



Presidenza del Consiglio dei Ministri

**Il Commissario straordinario per la ricostruzione nei territori
dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017**

**LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE
DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI
NELLA RICOSTRUZIONE POST SISMA ISCHIA**

19 Giugno 2023



Sisma ed Emergenza Ischia

Ricostruzione Post Terremoto 2017 e Interventi Contro il Dissesto
Idrogeologico

Sommario

Sommario	2
1. PREMESSA.....	5
2. DEFINIZIONI	7
2.1 IMMOBILI DI INTERESSE CULTURALE O PAESAGGISTICO	8
2.2 TIPOLOGIA DI INTERVENTI.....	9
2.3 INTERVENTI SULLE STRUTTURE	9
3. AMBITO DI APPLICAZIONE.....	10
4. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	10
5. INTERVENTI SUGLI EDIFICI DI INTERESSE CULTURALE O PAESAGGISTICO	10
6. ELEMENTI FONDAMENTALI PER LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	12
6.1. CONOSCENZA DEL MANUFATTO	12
6.2. CRITERI E TECNICHE DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA.....	12
7. CONFIGURAZIONE DEGLI EDIFICI IN MURATURA E STRATEGIE D’INTERVENTO	15
8. INTERVENTI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI DEGLI EDIFICI IN MURATURA	19
8.1 STRUTTURE VERTICALI.....	19
8.2 IMPALCATI	21
8.2.1 Solai	23
8.2.2 Volte.....	24
8.2.3 Strutture di copertura.....	25
8.3 STRUTTURE DI COLLEGAMENTO	25
9. EDIFICI BARACCATI	26
9.1 SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA MURATURA CON INTELAIATURA LIGNEA – RICOGNIZIONE STORICA .	26
9.1.1. La struttura della gaiola pombalina.....	28
9.1.2. Il sistema baraccato ischitano	29
9.2 TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI EDIFICI BARACCATI.....	29
9.2.1 Configurazione del Telaio	31
9.2.2 Le connessioni	32
9.2.3 I Tramezzi.....	32
9.3 LA TIPOLOGIA COSTRUTTIVA “A BARACCA”	33
10. STRATEGIE DI INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DELLE CASE BARACCATE	35
10.1 ELEMENTI VERTICALI	36
10.1.1 Struttura lignea/metallica	37
10.2 CONNESSIONI	37
10.3 SOLAI.....	38
10.4 STRUTTURE DI COPERTURA.....	39

10.5 TRAMEZZI.....	39
11. LA DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLE CASE BARACCATE.....	40
12. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	42
APPENDICE 1	
SCHEDE ILLUSTRATIVE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI	44
SCUCI E CUCI.....	45
Modalità di esecuzione.....	45
SCUCI E CUCI PER CHIUSURE NICCHIE.....	45
Modalità di esecuzione.....	45
INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI	46
Modalità di esecuzione.....	46
PLACCAGGIO CON TESSUTI O LAMINE IN MATERIALE FIBRORINFORZATO	47
Modalità di esecuzione.....	47
RISTILATURA DEI GIUNTI	48
Modalità di esecuzione.....	48
CUCITURE ARMATE	48
Modalità di esecuzione (tubo pultruso)	48
INSERIMENTO CATENA ADERENTE IN ACCIAIO.....	49
CORDOLO IN MATERIALE COMPOSITO	50
Modalità di esecuzione.....	50
Modalità di esecuzione.....	52
APPENDICE 2	
INTERVENTI SUGLI ELEMENTI ARCHITETTONICI	54
COPERTURE	55
Manto di copertura	55
Comignoli, canne fumarie e torrini esalatori.....	55
Lucernari.....	55
Aggetti di gronda e cornicioni	56
Canali di gronda e pluviali.....	56
PROSPETTI	57
Architettura della facciata.....	57
Superfici intonacate.....	57
Superfici in pietra faccia a vista e rivestimenti di facciata	58
Pulitura di murature faccia a vista e intonaci.....	58
Stuccatura di murature faccia a vista e di intonaci	59
Tinteggiature coloriture e decorazioni pittoriche	60

Materiali e tecniche.....	60
Colori e toni delle tinteggiature.....	60
Protezione esterna degli accessi (tettoie e ripari).....	61
Serramenti oscuranti, finestre e porte-finestre	61
Porte e portoni	61
Oggettistica di corredo al fronte esterno	62
Numeri civici	62
Insegne e targhe	62
Tende parasole	63
Contenitori, distributori ed espositori.....	63
IMPIANTI TECNOLOGICI DI COPERTURA E DI FACCIATA	63
Impianti tecnologici	63
Antenne e parabole	63
Impianti di condizionamento e simili	64
Campanelli, citofoni e videocitofoni.....	64

1. PREMESSA

La finalità del presente documento è quella di costituire un utile indirizzo alla progettazione, sostanzialmente di natura tecnica a favore della categoria professionale, in termini di buone pratiche, ferma restando l'adozione del Piano di Ricostruzione, in seno al quale troverà specificazione una completa e definitiva articolazione normativa e prescrittiva per i singoli interventi. **Esula dalle finalità di questo documento stabilire quando occorra effettuare interventi volti alla conservazione rispetto alla demolizione e ricostruzione, essendo tale valutazione di competenza del progettista nel rispetto delle norme vigenti.**

La preliminare condivisione di conoscenze e procedure costituisce un passaggio imprescindibile per la costruzione di quel "linguaggio comune" che può garantire il tempestivo ed efficace dialogo fra tutti i diversi attori coinvolti a vario titolo nel processo di ricostruzione e, di conseguenza, un concreto snellimento, un'accelerazione e semplificazione delle procedure, difficilmente raggiungibili con disposizioni esclusivamente normative, garantendo al contempo la conservazione delle caratteristiche di pregio del tessuto edilizio ed il rispetto dei vincoli paesistici. Il tutto puntando anche ad un'auspicabile unitarietà dei metodi di intervento.

"Le linee guida per la progettazione degli interventi strutturali nella ricostruzione post sisma Ischia", condivise con la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per l'area Metropolitana di Napoli, con la Direzione Generale Governo del Territorio della Regione Campania, con gli Enti partecipanti alla Conferenza Speciale dei Servizi (istituita all'art. 6 dell'Ordinanza 17 del 31 maggio 2022), e con le associazioni dei tecnici dell'isola di Ischia, riguardano solo gli edifici danneggiati dal sisma del 21 agosto 2017 ed individuati dai piani regolatori generali e dal Piano Territoriale Paesistico - PTP vigente come edifici di interesse paesaggistico avente valore identitario, storico ed ambientale.

Le Linee guida sono state redatte anche nel rispetto degli articoli 6, 7 e 13 del PTP vigente che considera con maggiore attenzione la salvaguardia di tutti quegli edifici aventi più di 70 anni d'età che presentano, per il paesaggio e la storia del territorio ischitano, un valore aggiunto di carattere storico-ambientale e per i quali sono consentiti anche interventi di manutenzione straordinaria non pesante, restauro e risanamento conservativo, conservando sagoma e volumetria, e preferibilmente mediante l'uso di materiali desunti dalla tradizione costruttiva. Tuttavia, è doveroso evidenziare che **gli interventi di conservazione quivi illustrati sono applicabili qualora il livello di danneggiamento e/o vulnerabilità non comportino l'integrale o la parziale sostituzione dell'edificio, essendo in ogni caso ammissibili gli interventi previsti all'art. 3 commi 3 e 4 dell'Ordinanza 17 del 31 maggio 2022.** Nell'ambito degli edifici baraccati, vengono riportati indirizzi anche nei casi in cui si dovrà ricorrere ad interventi di sostituzione edilizia.

Per gli edifici vincolati ai sensi degli artt. 10, 12 e 136 del D. Lgs. 42/2004 gli interventi ammissibili riguarderanno di regola il rafforzamento locale o il miglioramento sismico, ed il restauro architettonico, il cui progetto dovrà comunque essere visionato preventivamente dalla Soprintendenza per le necessarie valutazioni di merito.

Nel presente documento vengono individuate auspicabili strategie d'intervento, illustrate anche mediante grafici e foto esplicative, in relazione alla tipologia strutturale dell'edificio e tecniche sostenibili e compatibili con i materiali originali dei fabbricati, con particolare riguardo a quelli realizzati antecedentemente al 1945, ad eccezione degli edifici costruiti in c. a., ponendo attenzione agli edifici costruiti con materiali e tecniche tradizionali, affinché queste ultime non vengano perse, compatibilmente con il già menzionato livello di danneggiamento post-sisma e/o vulnerabilità sismica.

Le tipologie strutturali individuabili sono:

- **Case in muratura portante;**
- **Case baraccate (in legno, in ferro, a struttura mista e a sistema brevettato) e Baracche.**

La descrizione delle tipologie di intervento strutturale individuate tra quelle che consentono, anche in conformità con le indicazioni degli strumenti urbanistici vigenti e in corso di redazione (in particolare con le Norme Tecniche di Attuazione del redigendo Piano di Ricostruzione) di tutelare e conservare l'elemento di valenza storica/artistica/culturale, ha lo scopo di aiutare la individuazione dell'intervento da attuare nell'ambito delle tipologie indicate.

Con riferimento agli edifici baraccati sono stati individuati quelli maggiormente danneggiati dal sisma del 2017, che hanno registrato un Livello Operativo L3 o L4, come riportati nell'elenco allegato al presente documento.

In particolar modo per tali edifici è possibile preventivamente sottoporre il progetto preliminare di intervento alla Conferenza Speciale dei Servizi preliminare di cui all'ordinanza n°17/22, in modo da acquisire, in seno alla stessa Conferenza, gli indirizzi più appropriati per la redazione del progetto esecutivo.

Il progetto preliminare dovrà essere corredato dei seguenti elaborati:

- relazione tecnico-descrittiva che illustri lo stato e l'epoca storica del manufatto;
- rilievo dello stato di fatto, la cui conoscenza deve essere acquisita anche mediante indagini strutturali che permettano di raggiungere un elevato livello di conoscenza dell'edificio;
- Ricostruzione storica del fabbricato e valutazione dello stato attuale rispetto alla configurazione originaria (indicando nel grafico le evoluzioni, gli ampliamenti e le trasformazioni che l'immobile ha subito nel tempo lì dove conosciute);
- Documentazione fotografica (oltre al rilievo fotografico dello stato di fatto post sisma è possibile inserire anche fotografie d'epoca e/o quelle più recenti ma precedenti all'evento sismico);
- Elementi di conoscenza geologica del sito;
- Analisi del danno e della vulnerabilità sismica;
- Proposta progettuale preliminare.

Per tutti gli altri edifici baraccati danneggiati dal sisma 2017 con danno strutturale minore e Livello Operativo da L0 a L2 (stimati in circa 70), si prevede che gli interventi strutturali dovrebbero essere meno invasivi e coerenti con le linee guida; qualora si proponessero interventi strutturali tali da modificare sostanzialmente il comportamento globale di tali edifici, si potrà ricorrere alla procedura sopra esposta al fine di avere un parere preliminare alla redazione del progetto esecutivo dell'intervento.

Nelle presenti Linee guida sono state inserite due appendici. Nella prima sono riportate le schede illustrative degli interventi eseguibili per gli edifici in muratura portante e ove possibile per le case baraccate. Nella seconda, intesa anch'essa come indirizzo non prescrittivo e comunque transitorio nelle more dell'adozione del Piano di Ricostruzione, sono riportate indicazioni per la conservazione degli elementi architettonici, da rispettare nel caso di elementi decorativi e formali presenti in facciata negli edifici di particolare pregio non vincolati.

2. DEFINIZIONI

La sicurezza delle costruzioni è un concetto probabilistico e i limiti imposti ad una costruzione “sicura” sono convenzionali; per questo motivo è più corretto parlare di riduzione del rischio a livelli accettabili per la comunità, anche in termini di livelli di sicurezza. In tale contesto, il ‘miglioramento’ sismico, rispetto all’‘adeguamento’, non costituisce un approccio riduttivo, anzi può risultare quello più adatto alla complessità e alle particolarità degli edifici storici.

L’intervento locale, essendo finalizzato alla riduzione/eliminazione di vulnerabilità seppur “locali”, induce sempre un innalzamento del livello di sicurezza sismica se non sull’intera struttura sicuramente su intere parti della stessa; se le parti assoggettate ad interventi di tipo locale sono quelle a maggiore vulnerabilità l’effetto benefico diventa tanto rilevante da poterlo ritenere globale.

Sull’intervento locale le Norme Tecniche precisano che *“Gli interventi di consolidamento vanno applicati, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme alle strutture. L’esecuzione di interventi su porzioni limitate dell’edificio va opportunamente valutata e giustificata, considerando la variazione nella distribuzione delle rigidità e delle resistenze e la conseguente eventuale interazione con le parti restanti della struttura. Particolare attenzione deve essere posta alla fase esecutiva degli interventi, in quanto una cattiva esecuzione può peggiorare il comportamento globale della costruzione. La scelta del tipo, della tecnica, dell’entità e dell’urgenza dell’intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione”* (NTC -2018, paragrafo 8.7.4 Criteri e Tipi di Intervento).

La sicurezza antisismica del bene (considerata anche nella forma estrema di sopravvivenza al sisma, seppur con danni gravi purché riparabili) è intesa come una componente necessaria della conservazione del bene e con i principi di questa deve interagire; le esigenze di sicurezza delle persone e la conservazione debbono quindi essere armonizzate.

La sicurezza assoluta non è perseguibile e l’obiettivo prioritario di un intervento è quello di conseguire la massima riduzione del rischio consentita dalle esigenze di tutela e dalle risorse economiche effettivamente disponibili.

Il rischio sismico è connesso con la probabilità di perdita totale di un bene o parziale di un “elemento” per effetto di eventi sismici, a loro volta caratterizzati da probabilità di accadimento. L’elemento a rischio può essere una costruzione o parte di essa, come anche persone, beni mobili in essa presenti. Il concetto di rischio è perciò molto ampio ed è riferito a qualsiasi cosa un evento, in particolare un terremoto, possa direttamente o indirettamente danneggiare.

Il **rischio sismico** è determinato dalla combinazione di tre fattori: pericolosità, vulnerabilità ed esposizione. La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla frequenza e dalla magnitudo dei terremoti che su di esso si sviluppano, ovvero dalla sua sismicità.

La **pericolosità sismica** di un sito dove insiste un immobile è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito un parametro che descrive il moto sismico superi un valore prefissato. Nelle NTC 2018 tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” Pvg..

La **vulnerabilità sismica** è la propensione di una struttura o dei beni in essa contenuti a subire un danno di un determinato livello, a fronte di un evento sismico di una data intensità.

L'**esposizione** è correlata alla presenza ed al valore dei beni contenuti in un edificio ed alle possibili conseguenze sull'incolumità delle persone; essa è una misura dell'importanza del bene esposto al rischio sismico. Con riferimento ai beni immobili, i principali fattori che determinano il grado di esposizione sono: la destinazione d'uso, il valore economico dell'edificio e dei suoi contenuti, storico, artistico e architettonico, le attività svolte, e il numero di persone presenti all'interno.

2.1 IMMOBILI DI INTERESSE CULTURALE O PAESAGGISTICO

Ai fini del presente documento si intendono tra l'altro per «immobili di interesse culturale o paesaggistico» le seguenti tipologie di beni:

- a) **«immobili dichiarati di interesse culturale»:** gli immobili dichiarati di interesse culturale particolarmente importante ai sensi degli articoli 10, 13 e 14 del "codice" e gli immobili verificati di interesse culturale ai sensi degli articoli 10 e 12 del medesimo "codice";
- b) **«immobili sottoposti a tutela *ope legis*»:** gli immobili appartenenti a persone giuridiche private senza fine di lucro, ivi compresi gli enti ecclesiastici civilmente riconosciuti, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico, che siano opera di autore non più vivente e la cui esecuzione risalga ad oltre settanta anni, sottoposti alle disposizioni della Parte seconda del "codice" fino a quando non sia stata effettuata la verifica di cui all'articolo 12, comma 2, dello stesso "codice";
- c) **«immobili sottoposti a prescrizioni di tutela indiretta»:** gli immobili, la cui costruzione sia stata conclusa in data anteriore al 1945, sottoposti alle prescrizioni di cui agli articoli 45 ss. del "codice";
- d) **«immobili qualificati di interesse culturale dagli strumenti di pianificazione urbanistica»:** gli immobili, la cui costruzione sia stata conclusa in data anteriore al 1945, ricompresi nelle "zone a carattere storico, ambientale, paesistico" previste dai piani regolatori comunali ai sensi dell'articolo 7, comma 5, della legge n. 1150 del 1942 (nel testo introdotto con la legge 19 novembre 1968, n. 1187), ovvero che siano qualificati di interesse culturale o paesaggistico nella strumentazione urbanistica comunale, provinciale o regionale vigente o rientrino nelle perimetrazioni dei centri storici e dei borghi tipici per motivi ambientali, culturali, storici, architettonici, effettuate dalle Regioni ai sensi dell'articolo 4, comma 2, della ordinanza n. 19 del 7 aprile 2017;
- e) **«immobili sottoposti a tutela paesaggistica provvedimentoale specifica»:** gli immobili, la cui costruzione sia stata conclusa in data anteriore al 1945, ricadenti nelle aree sottoposte ai vincoli di tutela paesaggistica di cui agli articoli 134, 136 e 142 del "codice", dichiarati di notevole interesse pubblico paesaggistico ai sensi delle lettere b) - ville, giardini e parchi- e c) - complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici - dell'articolo 136 del "codice" (o ai sensi delle previgenti normative richiamate dall'art. 157 stesso "codice");
- f) **«immobili sottoposti a tutela paesaggistica ex lege o come bellezza panoramica, ovvero in base a previsioni del piano paesaggistico»:** gli immobili, la cui costruzione sia stata conclusa in data anteriore al 1945, ricadenti nelle aree tutelate dalla normativa vigente in materia di tutela culturale e paesaggistica.

2.2 TIPOLOGIA DI INTERVENTI

Ai fini del presente documento si intende per:

a) «risanamento conservativo»: Intervento rivolto a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano anche il mutamento delle destinazioni d'uso purché con tali elementi compatibili, nonché conformi a quelle previste dallo strumento urbanistico generale e dai relativi piani attuativi. Tale intervento comprende il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio;

b) «restauro»: l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale e al recupero del bene medesimo, assicurandone la funzionalità, nonché alla protezione e alla trasmissione dei suoi valori culturali. Nel caso di beni immobili situati nelle zone dichiarate a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale;

c) «ripristino»: l'intervento diretto a restituire l'aspetto e la consistenza che un edificio aveva a una data epoca, perlopiù fra le più antiche della sua storia, e che aveva perduto in seguito a crolli o ad opere successive di trasformazione e adattamento; ciò mediante rimozione di aggiunte o parziali ricostruzioni, al fine di restituire all'edificio la sua integrità e funzionalità;

d) «ricostruzione»: l'intervento riguardante edifici distrutti o in avanzato stato di disfacimento o vulnerabilità, condotto, sul medesimo sito e senza dislocazione, con l'intento di restituire l'edificio allo stato precedente il danno; ciò in riferimento ad una solida base documentaria ed in coerenza con la natura storica dei luoghi, **ritenendo auspicabile** che sia possibile **accertare la preesistente consistenza** di ciò che si è demolito o è crollato. Il termine "*consistenza*" include le caratteristiche essenziali dell'edificio preesistente (sagoma, altezza, superficie utile e volumetria).

Sarebbe opportuno che la verifica di tali caratteristiche fosse basata su dati **certi, completi ed obiettivamente apprezzabili** e non effettuata sulla base di sommarie rilevazioni relative a edifici aventi analoga tipologia, restando una simile verifica confinata nell'ambito delle mere deduzioni soggettive e non offrendo alcuna oggettiva evidenza.

2.3 INTERVENTI SULLE STRUTTURE

Con riferimento agli aspetti strutturali, le NTC 2018 individuano le seguenti categorie di intervento:

a) interventi di "riparazione o rafforzamento locale": interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti. Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

b) interventi di "miglioramento": interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 delle NTC relativi all'adeguamento.

c) **interventi di “adeguamento”**: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 delle NTC.

3. AMBITO DI APPLICAZIONE

Le indicazioni del presente documento riguardano la sicurezza sismica degli immobili di interesse culturale o paesaggistico danneggiati dal sisma che ha colpito l'isola di Ischia il 21 agosto 2017 e si applicano a tutti gli immobili sottoposti a regime di tutela ai sensi della Parte II del “codice”, agli immobili sottoposti a tutela paesaggistica ai sensi della Parte III del “codice”, la cui costruzione sia stata conclusa in data anteriore al 1945, per gli insediamenti baraccali realizzati a seguito del terremoto del 1883 danneggiati dal sisma e agli immobili qualificati di interesse culturale o paesaggistico dagli strumenti di pianificazione urbanistica o da altri atti generali regionali, provinciali o comunali e la cui costruzione sia stata conclusa in data anteriore al 1945.

4. RIFERIMENTI NORMATIVI

1. Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 - Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
2. Circolare Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 - Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019;
3. Testo Unico dell'Edilizia - Decreto del Presidente della Repubblica n.380/2001 del 6 giugno 2001;
4. Codice dei beni culturali e del paesaggio - Decreto Legislativo n.42/2004 del 22 gennaio 2004;
5. Decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti n. 477 del 27 dicembre 2016;
6. CNR DT 215/2018 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a matrice inorganica;
7. CNR DT 200-R1/2013 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a matrice inorganica;
8. Atto di indirizzo finalizzato all'aggiornamento delle linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale - Commissione mista Mit-Mibact - anno 2018;
9. DPR 31/2017- Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata;
10. Ordinanza 17 del 31 maggio 2022 del Commissario Straordinario per la Ricostruzione nei territori dell'isola d'Ischia interessati dal sisma del 21 agosto 2017;
11. Circolare del Mibact n.15 del 30.04.2015 – *Disposizioni in materia di tutela del patrimonio architettonico e mitigazione del rischio sismico*;
12. Circolare Mibact n.15 del 05.04.2018 - *Programmazione ai sensi del D.P.C.M. 21.07.2017, Riparto del fondo di cui all'art.1, comma 140 della legge 11 dicembre 2016, n.232 – SETTORE PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO*;
13. Circolare Ministeriale Beni e Attività Culturali 02/12/2010, N. 26, *“Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008)”*.

5. INTERVENTI SUGLI EDIFICI DI INTERESSE CULTURALE O PAESAGGISTICO

Le opere di ‘miglioramento strutturale’ dovranno mirare a contemperare le esigenze di sicurezza e quelle di conservazione, favorendo, quando possibile, gli ‘interventi locali’, come precisati nelle menzionate NTC e il mantenimento della sostanza costruttiva antica. Tutto ciò agendo, come sopra accennato, più per addizione che per sottrazione, evitando quindi demolizioni di parti che siano sopravvissute agli eventi sismici, rispettando, sempre nei limiti del possibile, i materiali costitutivi e la concezione strutturale antica, migliorandola appunto e non andando a cancellarla o sostituirla.

Per ottenere tale risultato, è necessario effettuare uno studio preliminare, basato su un accurato rilievo e sulla sua interpretazione scientifica e storico-critica, volto ad un'approfondita conoscenza del manufatto, alla ricerca delle cause e dei meccanismi di danno, che porti a commisurare gli interventi rispetto a quanto risulta necessario per garantire la conservazione compatibilmente con la sicurezza statica e sismica.

La complessità delle costruzioni e, in particolare, di quelle storiche, rende le analisi numeriche non sempre attendibili, riferendosi esse a schemi poco rappresentativi della realtà a causa delle incertezze riguardanti la geometria, i materiali, le condizioni di vincolo, i dettagli costruttivi e il processo storico-evolutivo del manufatto, che devono essere adeguatamente considerate nel processo di analisi e che possono essere superate grazie a una conoscenza approfondita dell'edificio.

È necessario, pertanto seguire anche percorsi alternativi o integrativi dei procedimenti di calcolo, adottando il metodo induttivo-qualitativo (diagnostica intuitiva) e non solo quello deduttivo-quantitativo. Per assicurare la qualità del progetto occorre dunque lasciare spazio alla ricerca storica e all'osservazione diretta, affinché gli elementi qualitativi che ne derivano possano consentire di individuare parametri di calcolo appropriati e aderenti rispetto alla costruzione storica, così da rendere sempre più attendibili le verifiche tecniche e le scelte progettuali effettuate.

È fondamentale in questa fase il ruolo dell'indagine diagnostica per l'effettiva valutazione sullo stato di degrado materico e dei dissesti strutturali, così da poter definire in maniera esatta la fase progettuale.

Le prove ed indagini, nella maggior parte dei casi preliminari alle scelte di intervento e al cantiere, che consentono di **approfondire la conoscenza della preesistenza e del suo stato di conservazione**.

Un corretto progetto della fase diagnostica può dunque condurre ad una definizione puntuale del più generale progetto di restauro **evitando o limitando le varianti in corso d'opera** e garantendo, al contempo, la conservazione dell'integrità materiale del manufatto.

Nel progetto di restauro, la diagnostica assume una sua validità se **rapportata agli altri ambiti di analisi (rilievo, ricerca storica, analisi dei meccanismi di degrado)**.

In tal modo è auspicabile **modulare le indagini in relazione agli obiettivi del progetto di restauro e alle specifiche caratteristiche della fabbrica su cui si interviene**.

Si evidenzia, inoltre, che anche in linea con l'ultima circolare del MIC del 2018 sulla riduzione del rischio sismico, gli interventi in fase di progettazione, dovranno individuare:

- le riparazioni e gli interventi locali, con priorità per quelli in grado di limitare l'attivazione di meccanismi di collasso progressivi;
- gli interventi di miglioramento sismico.

Si raccomanda, inoltre, di prevedere interventi su elementi **non strutturali** in grado di ridurre il rischio anche in presenza di sisma di lieve entità (es. verifica della stabilità di **apparati decorativi, soffitti, arredi, impianti...**).

Si sottolinea la necessità di una progettazione approfondita, con particolare riferimento ai **sistemi costruttivi**, ai meccanismi di equilibrio e mutuo cinematismo delle parti strutturali, capacità di interazione, resistenza e collasso dei materiali strutturali che compongono l'edificio, le loro proprietà meccaniche, fisiche e chimiche, alle connessioni dei vari elementi fra loro, al fine di individuare correttamente il comportamento della fabbrica e proporre interventi che potranno garantire la **massima efficienza** con il **minimo grado di invasività**.

6. ELEMENTI FONDAMENTALI PER LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

6.1. CONOSCENZA DEL MANUFATTO

I criteri di verifica per la valutazione e riduzione del rischio sismico *“si fondano su un percorso di conoscenza della fabbrica che sia capace di comprenderne ed interpretarne la storia costruttiva, riuscendo così a dimensionare gli interventi effettivamente necessari, attuando quei processi di miglioramento strutturale che devono essere tendenzialmente mirati alla conservazione della matericità della fabbrica”*.

Tutti i riferimenti normativi ribadiscono la necessità, per qualsiasi tipo d'intervento sugli edifici esistenti, di acquisire una conoscenza approfondita del manufatto in esame, *“sotto il profilo storico, architettonico, tipologico, strutturale, nonché materico (anche dal punto di vista della stratigrafia degli elevati secondo le procedure dell'archeologia dell'architettura e della padronanza tanto delle diverse espressioni locali delle tecniche tradizionali e della loro adozione secondo la 'regola dell'arte', quanto dei presidi antisismici adottati nel tempo nei diversi contesti storico-geografici e della loro efficacia). A meno che non si tratti di edifici isolati, tale conoscenza deve essere completata da quella relativa all'aggregato in cui il manufatto è inserito e quindi all'ambito urbano storico a cui esso appartiene (anche dal punto di vista della comprensione delle invarianti territoriali dei paesaggi storici e delle invarianti processuali degli insediamenti urbani, nonché delle pratiche antisismiche adottate nel tempo a questa scala)”*.

La conoscenza dell'edificio per il quale si progetta l'intervento costituisce elemento fondamentale ed essenziale per la corretta scelta della strategia progettuale e della valutazione del livello di sicurezza.

Un percorso della conoscenza esaustivo prevede:

- identificazione della costruzione;
- caratterizzazione funzionale dell'edificio e dei suoi spazi;
- rilievo geometrico; - analisi storica degli eventi e degli interventi subiti;
- il rilievo materico costruttivo, lo stato di conservazione, la composizione degli elementi costruttivi e delle caratteristiche dei collegamenti, la caratterizzazione meccanica dei materiali (C8.5.4.1 COSTRUZIONI DI MURATURA, NTC 2018);
- aspetti geologici, geotecnici e tutti gli eventuali approfondimenti ritenuti necessari dal progettista e dipendenti dalla tipologia dell'intervento progettato ai sensi delle norme tecniche vigenti;
- monitoraggio statico e dinamico; -
- livelli di conoscenza e fattori di confidenza (C8.5.4.1 COSTRUZIONI DI MURATURA).

6.2. CRITERI E TECNICHE DI INTERVENTO PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA

Il paragrafo *“6.3 Operazioni tecniche di intervento”* delle **Linee guida 2010**, unitamente all'Allegato 1 *“Scheda sinottica dell'intervento”* della **Circolare n.15 del 30 aprile 2015 del MIBACT**, avente come oggetto *“Disposizioni in materia di tutela del patrimonio architettonico e mitigazione del rischio sismico”*, nonché i paragrafi *“8.7.4. Criteri e tipi d'intervento”* delle **NTC 2018** e *“C8.7.4.1 Criteri per gli interventi di consolidamento degli edifici in muratura”* della **Circolare NTC 2018**, illustrano i criteri generali e le principali tecniche di intervento funzionali al conseguimento della riduzione delle vulnerabilità sismiche e dell'innalzamento del livello di sicurezza degli edifici in muratura.

Per tutte le tipologie di costruzioni esistenti gli interventi vanno progettati ed eseguiti, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme.

La scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione.

In generale dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:

- riparazione di eventuali danni presenti;
- riduzione delle carenze dovute a difetti della progettazione;
- miglioramento della capacità deformativa ("duttilità") di singoli elementi;
- riduzione delle condizioni che determinano situazioni di forte irregolarità, sia planimetrica sia altimetrica, degli edifici, in termini di massa, resistenza e/o rigidità, compatibilmente con la tutela degli aspetti architettonici, storici e paesaggistici;
- riduzione delle masse, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso delle parti aggiunte rispetto al nucleo costruttivo originario. In tal caso dovrebbero essere valutate attentamente demolizioni di parti che siano sopravvissute agli eventi sismici, rispettando, sempre nei limiti del possibile, i materiali costitutivi e la concezione strutturale antica, migliorandola appunto e non andando a cancellarla e sostituirla;
- riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti, sia nel loro piano che ortogonalmente ad esso;
- miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali, alla struttura e tra loro;
- incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali;
- realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici o interposizione di materiali atti ad attenuare gli eventuali urti;
- riduzione dell'azione sismica e aumento della dissipazione mediante sistemi di isolamento e dissipazione ovvero di dissipazione dell'energia, compatibilmente con la tutela degli aspetti architettonici, storici e paesaggistici;
- miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario.

Interventi su parti non strutturali ed impianti sono necessari quando, in aggiunta a motivi di funzionalità, la loro risposta sismica possa mettere a rischio la vita degli occupanti o produrre danni ai beni contenuti nella costruzione. Per il progetto di interventi atti ad assicurare l'integrità di tali parti valgono le prescrizioni fornite nei §§ 7.2.3 e 7.2.4 delle NTC 2018.

Con riferimento specifico agli edifici di interesse culturale o paesaggistico le **Linee guida 2010 e l'Allegato 1 "Scheda sinottica dell'intervento" della Circolare n.15 del 30 aprile 2015**, forniscono indicazioni generali per la scelta degli interventi di miglioramento sismico cui si rimanda. Gli interventi possibili per ciascuna patologia o forma di vulnerabilità sono generalmente più d'uno, con caratteristiche diverse in termini di efficacia, invasività, reversibilità, compatibilità, durabilità e costi. Si riportano schematicamente le possibili tipologie di intervento organizzate per categorie strutturali (collegamenti, strutture orizzontali, strutture verticali, fondazioni ...) più compatibili per edifici realizzati con tecniche e materiali costruttivi tradizionali.

a) Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti

Tali interventi sono mirati ad assicurare alla costruzione un soddisfacente comportamento d'insieme, mediante la realizzazione di un buon ammorsamento tra le pareti e di efficaci collegamenti dei solai alle pareti:

- inserimento di tiranti metallici o in materiali compositi;
- cerchiature esterne con elementi metallici o materiali compositi;
- ammorsamenti, tra parti adiacenti o tra murature che si intersecano, mediante tecnica dello scuci-cuci;
- cordoli in materiale e dimensioni appropriati ed efficaci (ad es. in muratura armata, acciaio, legno, ...) sulla sommità delle murature per collegare le pareti, a motivo del limitato livello di

compressione e per migliorare l'interazione con la copertura. In zone dove la muratura si presenti meno coesa è auspicabile procedere con iniezioni di malta fisicamente e chimicamente compatibile per migliorare la coesione della muratura stessa.

b) Interventi volti a ridurre le spinte di archi e volte ed al loro consolidamento

- inserimento di catene, ove possibile;
- contrafforti o ringrossi murari;
- placcaggio con fasce di materiale composito compatibile con la muratura;
- sottarco in muratura per spinte a vuoto;
- riduzione dei carichi all'estradosso;
- consolidamento della muratura.

c) Interventi volti a ridurre l'eccessiva deformabilità dei solai ed al loro consolidamento

- intervento di leggero irrigidimento nel piano (secondo tavolato sovrapposto e collegato con efficace chiodatura o sistema di collegamento a quello esistente, disposto con andamento ortogonale o inclinato, rinforzi con bandelle ad andamento incrociato in elementi metallici o materiali compositi, controventamento realizzato con tiranti metallici ...). Contestualmente è auspicabile assicurare il collegamento del diaframma di piano con gli elementi verticali mediante connettori;
- intervento di consolidamento statico del solaio per le azioni flessionali (secondo tavolato con tavoloni ortogonali collegati alle travi, rinforzo con soletta collaborante in calcestruzzo, rinforzo con sottili caldane armate in calcestruzzo alleggerito e/o fibro-rinforzato all'estradosso, collegamento dei profili con bandelle metalliche trasversali, poste all'intradosso o all'estradosso).

d) Interventi in copertura

- interventi di compensazione della spinta per tetti con orditure spingenti;
- irrigidimenti delle falde con tavolati sovrapposti e incrociati o mediante controventi posti all'intradosso efficacemente collegati agli elementi verticali prevedendo anche cordoli adeguati;
- interventi per rendere più efficace il collegamento nei nodi delle capriate;
- interventi atti a sviluppare collegamenti e connessioni reciproche tra la parte terminale della muratura e le orditure e gli impalcati del tetto.

e) Interventi volti ad incrementare la resistenza degli elementi murari

- interventi di scuci e cucì finalizzati a:
 - ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione e risanamento di porzioni di muratura gravemente deteriorate;
 - risanamento e riparazione localizzate di parti di murature deteriorate e danneggiate;
 - ricostituzione della compagine muraria in corrispondenza di manomissioni quali cavità, vani di varia natura (scarichi e canne fumarie ecc.);
- miglioramento delle proprietà meccaniche della muratura mediante:
 - iniezioni di miscele leganti con malte adeguatamente fluide e compatibili;
 - ristilatura dei giunti;
 - tirantature diffuse nelle tre direzioni ortogonali (murature di piccola pezzatura);
 - tiranti verticali post-tesi;
 - cerchiature;
- miglioramento del collegamento tra i paramenti murari:
 - con diatoni artificiali;
 - con tirantini antiespulsivi;
 - perforazioni armate (ove compatibili con la tecnica costruttiva);
- rinforzo flessionale e a taglio mediante placcaggio con tessuti o lamine in materiale composito compatibile con la muratura esistente (verifica dell'efficacia a livello locale e/o di comportamento globale).

f) Interventi su pilastri e colonne

- incremento/ripristino della resistenza a sforzo normale mediante cerchiature e tassellature o placcaggio con materiali compositi compatibili;
- ricostituzione o realizzazione di collegamenti di idonea rigidità, al fine di trasferire le azioni orizzontali ad elementi murari di maggiore rigidità;
- inserimento di ancore metalliche in asse alla colonna o di tiranti verticali precompressi.

g) Interventi in fondazione

- allargamento delle fondazioni - collegamento alla vecchia fondazione con: - travi in c.a.; - traversi in acciaio; - barre post-tese;
- impiego di sottofondazioni profonde localizzate;
- consolidamento dei terreni di fondazione.

h) Interventi su elementi non strutturali

- interventi nei confronti della vulnerabilità sismica degli elementi non strutturali.

i) Misure organizzative

- riduzione dei carichi permanenti;
- riduzione dei carichi accidentali (variazione delle destinazioni d'uso).

In ogni caso nessun intervento può essere considerato a priori non strutturale o privo di effetti sul comportamento strutturale. La Circolare n. 15 del 30 aprile 2015 del MIBACT pone inoltre l'attenzione sugli interventi riguardanti elementi non strutturali e su come questi debbano essere considerati nella definizione di un'efficace strategia progettuale volta a conseguire l'incremento della sicurezza strutturale, evidenziando che: "Particolare attenzione deve inoltre essere posta nella valutazione degli interventi di manutenzione straordinaria (secondo il D.P.R. 380/01), che prevedono lavorazioni edili (realizzazione o modifiche di porte o finestre, introduzione di pavimentazioni più pesanti, modifica del manto di copertura, modifiche alla distribuzione dei tramezzi, tracce o fori che riducono significativamente le sezioni resistenti, etc.); tali interventi infatti, anche quando non riguardano elementi portanti, possono influire direttamente o indirettamente sul comportamento strutturale dell'edificio. In tali casi il progetto dell'intervento, che in ottemperanza a quanto previsto dalle norme vigenti deve prendere in esame le eventuali interazioni con l'assetto strutturale e prevedere le conseguenti misure di mitigazione, può altresì costituire l'occasione per rilevare criticità strutturali e vulnerabilità sismiche locali, già esistenti e non connesse direttamente all'intervento progettato. Si favorisce così la previsione di interventi locali (secondo l'approccio progettuale di interventi di riparazione o locali, previsto dalle norme tecniche delle costruzioni) che, pur non snaturando la natura e gli obiettivi del progetto e malgrado il loro minimalismo, spesso, senza comportare sensibili costi aggiuntivi, portano a miglioramenti significativi della sicurezza strutturale e quindi dell'edificio."

Inoltre, sarebbe auspicabile che gli interventi o in estrema ratio la demolizione e ricostruzione siano progettati tenendo conto dei criteri di sostenibilità, adottando i protocolli di sostenibilità europei che attestino la qualità dell'edificio a seguito degli interventi sotto il profilo della sostenibilità. Tra i protocolli più diffusi si indica il sistema BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) che valuta nella sua globalità la qualità della costruzione, dal cantiere alle risorse utilizzate.

7. CONFIGURAZIONE DEGLI EDIFICI IN MURATURA E STRATEGIE D'INTERVENTO

Gli edifici in muratura esistenti nei centri storici italiani possono essere accorpati in tre principali categorie:

a) Edifici "antichi", costituiti da pareti murarie e da impalcati non collegati alle pareti costituiti da volte in muratura o da solai piani con travi in legno o in acciaio, in genere privi di efficienti collegamenti

trasversali alle pareti murarie e/o di soletta rigida superiore. In tali fabbricati l'efficienza dei collegamenti tra le facciate e i muri trasversali dipende dalla qualità della muratura e degli ammorsamenti nelle croci di muro, risultando in genere piuttosto ridotta. Gli impalcati piani forniscono anch'essi un limitato contributo di connessione, mentre quelli a volta, a causa delle inevitabili spinte, possono addirittura favorire l'attivazione di meccanismi fuori piano.

b) Edifici "antichi migliorati" dotati di diffusi collegamenti in corrispondenza di quasi tutte le pareti trasversali (rispetto alle facciate). In essi viene garantito, anche se a volte in maniera non del tutto efficace, un comportamento scatolare della costruzione, con la sostanziale eliminazione, o quanto meno una sensibile riduzione, della possibilità di attivazione dei meccanismi fuori piano. Ciò porta ad un incremento significativo delle prestazioni sismiche della costruzione, che saranno correlate quasi sempre al molto più efficiente comportamento delle pareti nel piano.

c) Edifici cosiddetti "moderni", realizzati nel XX secolo nel rispetto nelle norme susseguite dal 1909 in poi per le zone sismiche e delle norme del 1937 (R.D. 22/11/1937 n.2105) anche per le zone non sismiche, aventi pareti verticali portanti in muratura ed impalcati in c.a. originari, che interrompono la continuità verticale della muratura con cordoli armati e realizzano quindi un efficiente collegamento di tutte le pareti verticali ad ogni piano (rendendo praticamente impossibile l'attivazione di meccanismi fuori piano delle facciate).

d) Edifici "semi-moderni" ed "edifici moderni non a norma". Gli edifici "semi-moderni", realizzati in zona sismica (ma a volte anche in zona non sismica, soprattutto per gli edifici pubblici) prima della emanazione delle norme del 1937, presentano collegamenti continui delle pareti murarie a diverse quote (con cordoli in c.a. o cerchiature in acciaio) però non disposti al livello degli impalcati e quindi non direttamente attaccati ad essi. Gli "edifici moderni non a norma", invece, anche se costruiti dopo il 1937, non presentano i prescritti collegamenti di piano tra le pareti murarie e gli impalcati e quindi, ad esempio, sono privi cordoli di piano pur avendo solai in acciaio o in c.a., per cui non rispettano le norme in vigore all'epoca della costruzione [16].

Nelle Figure da 1 a 4 vengono riportati alcuni esempi di danni riscontrati negli edifici in muratura nel territorio di Casamicciola Terme a seguito del sisma del 21 agosto 2017



Fig.1 – Danni riscontrati in edifici in muratura di tufo – Casamicciola Terme- Località Piazza Maio



Fig.2 – Danni riscontrati in edifici in muratura di tufo – Casamicciola Terme- Località Piazza Maio



Fig.3– Danni riscontrati in edifici in muratura di blocchetti di tufo – Casamicciola Terme- Località La Rita



Fig.4– Danni riscontrati in edifici in muratura– Casamicciola Terme- Località Piazza Maio

Il primo fondamentale obiettivo da perseguire per migliorare sismicamente il comportamento degli edifici in muratura è l'annullamento della possibilità di attivazione di meccanismi locali fuori dal piano, che sono caratterizzati da valori molto bassi di accelerazione al suolo (PGA) sopportabile e condizionano quindi pesantemente la capacità sismica dell'intera costruzione. Ciò si può ottenere, ad esempio, mediante la *“realizzazione di un buon ammorsamento tra le pareti e di efficaci collegamenti dei solai alle pareti; inoltre, deve essere verificato che le eventuali spinte prodotte da strutture voltate siano efficacemente contrastate e deve essere corretto il malfunzionamento di tetti spingenti. La realizzazione di questi interventi è un prerequisito essenziale per l'applicazione dei metodi di analisi sismica globale dell'edificio, che si basano sul comportamento delle pareti murarie nel proprio piano, presupponendone la stabilità nei riguardi di azioni sismiche fuori dal piano”* sia per gli edifici antichi e per gli edifici “moderni non a norma” per il degrado delle catene esistenti, per gli edifici “antichi” migliorati o per gli edifici “semimoderni”, con, eventualmente, un contestuale miglioramento anche degli impalcati. Viceversa, per gli edifici “moderni” questi interventi non sono necessari, in quanto questa tipologia, per le sue caratteristiche costruttive, è già dotata degli opportuni collegamenti (realizzati essenzialmente dagli impalcati) e quindi non è soggetta a rischi significativi di ribaltamento delle pareti al di fuori del piano. In pratica, prima di pensare ad altri interventi di rafforzamento, il più importante provvedimento da prendere è trasformare gli edifici “antichi” in modo che abbiano un comportamento sismico analogo a quello degli edifici “moderni”.

Una volta impediti nella sostanza i meccanismi fuori dal piano, la capacità sismica dell'edificio così trasformato (o dell'edificio moderno nella sua configurazione originaria) è definita dal comportamento delle pareti nel proprio piano, cioè dalla resistenza e dalla duttilità dei pannelli murari di maschio e di fascia di piano. Con riferimento in particolare ai maschi murari, è noto che, a causa della scarsa resistenza a trazione della muratura, la loro resistenza a pressoflessione e a taglio è condizionata essenzialmente dallo sforzo normale agente, che ovviamente non può essere aumentato. Invece, la resistenza a compressione del materiale e, almeno in parte, quella a taglio puro, che viceversa possono essere incrementati anche in modo significativo mediante alcuni degli interventi già descritti, sono molto poco influenti sulla capacità del pannello, soprattutto perché il livello di sollecitazione a compressione dovuto ai carichi verticali agenti è in genere molto ridotto rispetto alla resistenza ultima del materiale.

La capacità sismica di un edificio in muratura può essere aumentata, quindi, nei limiti in cui è possibile migliorare lo schema strutturale delle pareti, ad esempio rinforzando le fasce di piano in modo da renderle in grado di accoppiare i maschi murari riducendone di conseguenza le sollecitazioni a parità di azioni orizzontali; ma anche in questo modo, in genere, i vantaggi che si ottengono in termini di capacità globale sono comunque limitati, a causa delle variazioni di sforzo normale che nascono negli elementi verticali.

La conseguenza di quanto detto è che, una volta eliminate le criticità di comportamento globale connesse alla tipologia dell'edificio e risolte le eventuali criticità locali (come, ad esempio, la qualità molto scadente del materiale muratura), non è molto proficuo effettuare ulteriori interventi di miglioramento sulla muratura, che non determinano, purtroppo, incrementi apprezzabili della capacità sismica globale: essa, alla fine, è, sempre condizionata dall'entità del carico verticale totale agente.

In definitiva, l'unica possibilità per migliorare la capacità dell'edificio al di là dei limiti di cui si è detto consiste nel fornire alla muratura quella resistenza a trazione di cui non è dotata. Ciò si può fare, ad esempio, con piatti o tondi di acciaio o con altri materiali come quelli compositi, purché essi siano opportunamente disposti nell'ambito dei maschi stessi, ben aderenti alla muratura ed efficacemente ancorati in fondazione (che poi potrebbe dover essere a sua volta rinforzata). È chiaro, però, che operando in questo modo la natura intrinseca della muratura, in particolare, e dell'edificio, in generale, viene sostanzialmente modificata.[20]

8. INTERVENTI SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI DEGLI EDIFICI IN MURATURA

8.1 STRUTTURE VERTICALI

In relazione agli interventi strutturali di riparazione e rafforzamento essi dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisicochimiche e meccaniche analoghe e, comunque, il più possibile compatibili con quelle dei materiali in opera. L'intervento deve mirare a far recuperare alla parete una resistenza sostanzialmente uniforme e una continuità nella rigidità, anche realizzando gli opportuni collegamenti, qualora mancanti. L'inserimento di materiali diversi dalla muratura, ed in particolare di elementi in conglomerato cementizio, va operato con estrema cautela e solo ove il rapporto tra efficacia ottenuta e impatto provocato sia minore di altri interventi, come nel caso di architravi danneggiati e particolarmente sollecitati.

A seconda dei casi si procederà:

- a riparazioni localizzate di parti lesionate o degradate;
- a ricostituire la compagine muraria in corrispondenza di manomissioni quali cavità, vani di varia natura (scarichi e canne fumarie, ecc.);
- a migliorare le caratteristiche di murature particolarmente scadenti per tipo di apparecchiatura e/o di composto legante.

In relazione agli interventi strutturali di riparazione e rafforzamento essi dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe e, comunque, il più possibile compatibili con quelle dei materiali in opera. L'intervento deve mirare a far recuperare alla parete una resistenza sostanzialmente uniforme e una continuità nella rigidità, anche realizzando gli opportuni collegamenti, qualora mancanti. L'inserimento di materiali diversi dalla muratura dovrà avvenire utilizzando materiali tradizionali e compatibili dal punto di vista fisico-chimico con il supporto preesistente, limitando ove possibile l'uso del conglomerato cementizio-

Nel caso di riparazione o integrazione di parti del manufatto, crollate o talmente degradate da richiedere l'intervento per assicurare la stabilità e l'utilizzabilità dell'edificio potrebbe essere necessaria la costruzione di tratti di muratura a completamento.

Quando una parete muraria ha perso in modo irreparabile la stabilità, si può intervenire smontando con cautela la parte ammalorata per poi procedere alla sua ricostruzione. Nel caso in cui occorra completare una parete muraria in parte crollata, è necessario anzitutto stabilizzare le porzioni rimanenti per poi passare alla ricostruzione di nuovi tratti.

Si consiglia l'impiego di elementi lapidei analoghi agli esistenti, laddove sia possibile.

Tecniche e fasi operative

L'intervento sopra citato prevede le seguenti fasi:

- 1) rimozione delle parti pericolanti del muro e dei relativi elementi lapidei instabili (previo eventuale puntellamento provvisorio) con accatastamento delle pietre in sito protetto;
- 2) pulitura della superficie muraria messa a nudo con asportazione di malte decoese e materiale incoerente, provvedendo alla eliminazione della vegetazione infestante eventualmente presente sul muro e al suo intorno;
- 3) preparazione degli elementi lapidei per l'integrazione delle parti mancanti, previa pulitura ed eliminazione di materiale estraneo;
- 4) posa in opera dei nuovi elementi lapidei con impiego di malte di calce aerea, eventualmente idraulicizzata con additivi naturali o artificiali, o di malte premiscelate prive di sali.

Raccomandazioni

Laddove possibile, il nuovo strato di muratura dovrebbe rispettare la tessitura, ossia la disposizione degli elementi, propria delle parti di muro preesistenti (posizione, altezza ed andamento dei corsi, se esistenti, spessore dei giunti di allettamento e loro relazione con la superficie dei blocchi). In caso di muratura incoerente ed elementi materici di scarsa qualità e resistenza meccanica sarebbe opportuno operare mediante la loro sostituzione con materiale analogo ma di buona fattura e di qualità prestazionale. Si consiglia, durante la costruzione della nuova porzione muraria, di metterla in forza mediante l'uso di cunei, anche per prevenire eventuali assestamenti anomali.

L'intervento di **scuci e cuci** è finalizzato al ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione ed al risanamento di porzioni di muratura gravemente deteriorate. Si consiglia di utilizzare materiali simili a quelli originari per forma, dimensioni, rigidità e resistenza, collegando i nuovi elementi alla muratura esistente con adeguate ammorsature nel piano del paramento murario e se possibile anche trasversalmente al paramento stesso, in modo da conseguire la massima omogeneità e monoliticità della parete riparata.

Tale intervento può essere utilizzato anche per la chiusura di nicchie, canne fumarie e per la riduzione dei vuoti, in particolare nel caso in cui la nicchia/apertura/ cavità sia posizionata a ridosso di angolate o martelli murari.

L'adozione di **iniezioni di miscela leganti** mira al miglioramento delle caratteristiche meccaniche della muratura da consolidare. A tale tecnica non può essere affidato il compito di realizzare efficaci ammorsature tra le pareti murarie. Tale intervento risulta inefficace se impiegato su tipologie murarie che per loro natura siano scarsamente iniettabili (scarsa presenza di vuoti e/o vuoti non collegati tra loro). Particolare attenzione va posta nella scelta della pressione di immissione della miscela, per evitare l'insorgere di dilatazioni trasversali. Particolare cura dovrà essere rivolta alla scelta della miscela da iniettare, curandone la compatibilità chimico-fisico-meccanica con la tipologia muraria oggetto dell'intervento. Malte a base cementizia possono produrre danni alle murature e in particolare alle superfici, per la produzione di sali; l'affioramento di sali solubili dalla malta provoca efflorescenze sulla superficie della muratura, particolarmente dannose in presenza di antichi intonaci storici o affreschi. Tali malte potranno essere utilizzate solo dopo averne accuratamente valutati gli eventuali effetti negativi.

L'intervento di **ristilatura dei giunti**, se effettuato in profondità su entrambi i lati, può migliorare le caratteristiche meccaniche della muratura, in particolare nel caso di murature di spessore non elevato. Se eseguito su murature di medio o grosso spessore, con paramenti non idoneamente collegati tra loro o incoerenti, tale intervento può non essere sufficiente a garantire un incremento consistente di resistenza, ed è consigliabile effettuarlo in combinazione con altri.

L'**inserimento di diatoni artificiali**, realizzati in conglomerato armato dentro fori di carotaggio, può realizzare un efficace collegamento tra i paramenti murari, evitando il distacco di uno di essi o l'innesco di fenomeni di instabilità per compressione. Esso è particolarmente opportuno in presenza di murature con paramenti non collegati fra loro; nel caso di paramenti degradati è opportuno bonificare questi tramite le tecniche descritte al riguardo (iniezioni di malta, ristilatura dei giunti).

Nel caso in cui la porzione muraria che necessita di rinforzo sia limitata, una valida alternativa è rappresentata dai **tirantini antiespulsivi**, costituiti da sottili barre trasversali imbullonate con rondelle sui paramenti.

L'uso di sistemi di **tirantature diffuse** nelle tre direzioni ortogonali (o ingabbiatura della muratura) può produrre un significativo miglioramento della qualità muraria nel caso di murature di piccola pezzatura ed in presenza di malta scadente. L'obiettivo è incrementare la monoliticità, in particolare nella direzione trasversale, del comportamento meccanico del corpo murario. Ciò può essere conseguito attraverso

l'esecuzione di fori, di piccolo diametro, e l'inserimento di bandelle metalliche non iniettate (e pertanto rimovibili). L'intervento ha carattere invasivo, nel caso di murature faccia a vista, e va applicato solo ove effettivamente necessario.

Il **placcaggio delle murature con intonaco armato** è un intervento sostanzialmente invasivo e generalmente non coerente con i principi della conservazione. Tale intervento è possibile prevederlo nel caso di edifici moderni. La sua realizzazione richiede necessariamente l'esecuzione su entrambi i paramenti e la posa in opera barre trasversali di collegamento e dovrebbe essere realizzato in modo tale da garantire la sovrapposizione della rete metallica. Laddove venga previsto è opportuno prevedere soluzioni che garantiscano la durabilità dell'intervento (ad esempio adottando armature zincate o, meglio, in acciaio inox). Alla luce di quanto sopra esposto l'esecuzione dell'intonaco armato comporta necessariamente anche la realizzazione di iniezioni di miscele leganti nella muratura, quanto meno parziali, per l'esecuzione dei collegamenti trasversali. Pertanto, nei casi di interventi con intonaci armati è opportuno sia curare la composizione delle miscele, secondo i criteri già esposti, sia non sovrastimare l'eventuale effetto combinato di iniezioni di miscele realizzate con maggiore cura sull'intero volume della parete muraria.

È consigliabile la realizzazione di **intonaci armati con reti tipo in fibra di vetro** o analoghi (GFRP o SFRP) e intonaci fibrorinforzati la cui composizione viene scelta in conformità alla parete muraria.

Il **placcaggio con tessuti o lamine in materiale fibrorinforzato** è sostanzialmente un intervento con carattere invasivo, la cui efficacia, adeguatamente comprovata, può comunque giustificarlo, sia a livello locale che di comportamento globale; inoltre valgono le considerazioni già formulate, relativamente alla compatibilità di questi materiali e delle resine di incollaggio con la muratura storica. Tale tecnica può rappresentare una soluzione per interventi localizzati, ad esempio rinforzi flessionali di fasce murarie o per singoli maschi murari che risultano fortemente vulnerabili. Una minore invasività dei tessuti e delle lamine, a parità di efficacia, è generalmente ottenibile attraverso l'utilizzo di elementi tensoresistenti come piatti metallici opportunamente collegati dalla fondazione fino alla sommità dell'edificio.

L'inserimento nei giunti di malta di un reticolato continuo di sottili trefoli in acciaio, i cui nodi sono fissati mediante barre metalliche trasversali al paramento murario può considerarsi poco invasivo e reversibile.

La cucitura delle croci di muratura, quand'anche non già lesionate, è da ritenersi un intervento di rafforzamento locale che, sebbene invasivo rispetto alla tipologia del materiale costruttivo locale, in casi particolari, potrà essere realizzato- previo inserimento di cavi in fibra di carbonio o barre elicoidali in acciaio inox, caratterizzati da leggerezza e elevata resistenza alla corrosione. Tale tecnica viene adoperata per migliorare l'ammorsamento tra le pareti perpendicolari, e consiste nella cucitura degli incroci murari attraverso l'inserimento di barre in materiale composito o acciaio inox poste ad un certo interasse in funzione di spessori e tipologie murarie. In tale maniera si cerca di conferire all'incrocio murario localmente la resistenza a trazione di cui è primo il materiale. Vista la peculiarità dell'intervento sarà necessaria un'attenta verifica materica e strutturale prima di proporre l'applicazione.

L'aggiunta di **nuove pareti murarie portanti**, a volte in sostituzione di tramezzi, costituisce un **miglioramento sismico** e modifica il comportamento globale dell'edificio; per essere efficaci devono essere continue fino alla fondazione e devono essere ben connesse al resto della struttura e, soprattutto, agli impalcati ai vari piani.

8.2 IMPALCATI

Gli interventi di manutenzione straordinaria o restauro realizzati sugli impalcati o solai di copertura dovrebbero consentire la conservazione dei materiali, il rispetto degli elementi tipologico strutturali, nonché quello morfologico della tipologia dei solai, con la salvaguardia degli elementi originari. Le

procedure operative consentite hanno lo scopo di mirare a restituire l'effettiva efficienza statica tramite interventi meno invasivi possibile.

Il restauro-consolidamento di un orizzontamento si può compiere **riparando le orditure principali e secondarie, se ammalorate**, recuperando le capacità residue affinando le connessioni tra le parti componenti il solaio e quelle relative all'unità costruttiva, aumentando la resistenza e la rigidità nel piano della struttura, **riattivando o migliorando i collegamenti originari**, ricercando una più valida connessione con gli altri sistemi strutturali presenti. Le operazioni di restauro non dovrebbero alterare l'assetto statico esistente, le quote d'imposta dei solai, le pendenze, le sezioni, gli interassi degli elementi costitutivi. Si ricorda che laddove si renda del tutto necessaria la sostituzione di solai o la ricostruzione degli stessi **è da evitarsi la realizzazione di cordoli in breccia**.

Ogni intervento deve essere preceduto da un'analisi tipologica degli elementi costitutivi tipologici della tradizione locale (modelli e tecniche) e da un rilievo geometrico, materico costruttivo e dello stato di conservazione, che consenta, tra l'altro, di valutare la capacità statica dei singoli componenti dell'orditura.

I singoli componenti della struttura lignea devono essere conservati se la loro verifica statica è positiva. Pochi elementi irrimediabilmente lesionati e/o ammalorati possono essere sostituiti, con priorità per elementi in buono stato di conservazione ma non staticamente verificati nella loro collocazione originale che invece possono essere oggetto di rinforzo.

Tutti gli impalcati devono essere efficacemente collegati alle pareti murarie. Il ruolo dei solai nel comportamento sismico delle costruzioni in muratura è infatti non solo quello di trasferire le azioni orizzontali di loro competenza alle pareti murarie ma soprattutto quello di costituire un ulteriore vincolo per le pareti sollecitate da azioni ortogonali al proprio piano, oltre al collegamento con le pareti ortogonali ed ai sistemi di collegamento puntuale

La realizzazione di cordoli o l'inserimento di catene aderenti in acciaio o di fasciature con materiali compositi al livello di imposta della copertura (ove mai già non vi fossero) è sicuramente un intervento di rafforzamento locale quanto mai necessario. Per realizzare tale tipo di intervento (ad esempio un cordolo in c.a.) non è necessario prevedere lo smontaggio integrale del tetto e la sua rifazione ex-novo. È opportuno, invece, scegliere una tecnologia di intervento che consenta di realizzarlo anche con la copertura in sede. È inoltre necessario, in tal caso, collegare efficacemente le strutture del tetto (in particolare i tiranti e/o le catene delle capriate) alle murature d'ambito che sono state incatenate.

Per quanto riguarda gli edifici di interesse storico, artistico e architettonico, nonché di tutti quelli realizzati ante 1945 con materiale tradizionale o misto, si auspica la scelta di una soluzione progettuale che preservi le caratteristiche murarie esistenti.

I cordoli in muratura armata hanno il pregio di realizzare il collegamento attraverso una tecnica volta alla massima conservazione delle caratteristiche murarie esistenti, quelli **in acciaio, invece**, rappresentano una valida alternativa per la loro leggerezza e la limitata invasività e si prestano particolarmente bene al collegamento degli elementi lignei della copertura.

Altri sistemi di **consolidamento** prevedono la realizzazione di **cordoli in muratura armata con tessuti di rinforzo (SRG)**, inglobati nei letti di malta. I **cordoli in laterizio lamellare armato con tessuti in acciaio** impiegano materiali chimicamente e fisicamente compatibili con quelli esistenti (laterizio o pietre), non introducono **ponti termici** (che al contrario si creano in quelli in c.a.), non soffrono dei **problemi di scorrimento** in corrispondenza della superficie di contatto muratura-cordolo tipici dei sistemi tradizionali e grazie alla buona adesione del tessuto di acciaio alla malta è possibile avere una buona **resistenza flessionale**.

Per impedire l'attivazione di meccanismi di ribaltamento dei coronamenti murari a sostegno del tetto non sono sufficienti le semplici riparazioni locali. Invece è necessario adottare significativi rafforzamenti estesi alla globalità della pianta: in particolare, a livello del sottotetto si possono realizzare nuovi setti murari non molto distanziati tra loro (in prosecuzione di quelli esistenti ai piani sottostanti), ortogonali ai coronamenti e ben collegati ad essi, congiuntamente alla creazione di un piano orizzontale sufficientemente rigido e resistente alla sommità degli stessi, che sia in grado di riportare le azioni orizzontali alle pareti trasversali già esistenti o di nuova realizzazione. Tali interventi possono essere facilmente realizzati in acciaio, in modo da non appesantire la costruzione alla sua sommità. Inoltre, nel caso anche di parti spingenti della copertura, l'intervento descritto è in grado anche di assorbire le eventuali spinte del tetto.

8.2.1 Solai

Come già detto risulta utile un consolidamento dei solai volto preliminarmente a collegarli alle pareti murarie d'ambito. Compatibilmente con il rispetto delle precedenti finalità, è opportuno che i **solai con struttura in legno** siano il più possibile conservati, anche in considerazione del loro ridotto peso proprio. Un limitato **irrigidimento dei solai**, nel caso dei solai lignei, può essere conseguito operando all'estradosso sul tavolato. Una possibilità è fissare **un secondo tavolato su quello esistente**, disposto con andamento ortogonale o inclinato, ponendo particolare attenzione ai collegamenti con i muri laterali; in alternativa, o in aggiunta, si possono usare **rinforzi con bandelle metalliche, o di materiali compositi**, fissate al tavolato con andamento incrociato. Un analogo beneficio può essere conseguito attraverso un **controventamento realizzato con tiranti metallici**. Nel caso di solai a semplice orditura, dovrà essere curato il collegamento con le pareti parallele alle travi, realizzandolo, ad esempio, con bandelle fissate al tavolato ed ancorate nella muratura.

Nei casi in cui risulti necessario un consolidamento statico del solaio per le azioni flessionali, è possibile, con le tecniche legno-legno, limitare la deformabilità flessionale ed aumentare la resistenza con un secondo tavolato, utilizzando, ortogonalmente rispetto al tavolato esistente, dei nuovi tavoloni continui, resi collaboranti alle travi mediante perni anche di legno.

Anche mediante la tecnica di rinforzo con soletta collaborante in calcestruzzo, eventualmente alleggerito, si può realizzare un consolidamento nel piano e flessionale del solaio. Risulta chiaramente necessario collegare la soletta alle pareti, tramite elementi puntuali in caso però che la muratura su cui intervenire abbia spessore e compattezza materica adeguata.

Nel caso di **solai a struttura metallica** con interposti elementi in laterizio o di tufo, risulta estremamente efficace nei confronti dei meccanismi fuori dal piano **collegare tra loro i profili saldando bandelle metalliche trasversali**, poste all'intradosso o all'estradosso. Inoltre, in presenza di solai di luce significativa, per meglio vincolare la parete muraria, è opportuno collegarla in mezzera ai profili di bordo.

In tutti i suddetti casi si ricorda che:

- è opportuno prevedere soluzioni che garantiscano la durabilità dell'intervento (ad es. utilizzo di zincatura);
- è da evitarsi la realizzazione di cordoli in breccia.

Gli interventi di sostituzione di alcuni elementi generalmente comporta una parziale demolizione del vecchio solaio. Tuttavia, la sostituzione di travetti, tavolato, e addirittura di travi o di porzioni di esse può realizzarsi anche dal basso, senza smontare il resto della struttura. In alcuni casi, come per i solai decorati, può risultare di maggiore interesse la preservazione dell'aspetto intradossale del solaio. In altri casi, per conservare pavimentazioni di pregio può considerarsi conveniente la possibilità opposta, che preveda inserimenti e operazioni consolidative realizzate dall'intradosso. Dal punto di vista tecnico spesso sarebbe opportuno lavorare su entrambi i lati, per ottenere l'ottimizzazione degli interventi. In tutti i casi si tende ad

impegnare, per l'inserimento delle aggiunte, lo spessore già occupato da massetto e pavimentazione o da eventuale intercapedine tra solaio e controsoffitto evitando così di modificare le quote di calpestio. L'alterazione dei livelli pavimentali comporta, oltre alle alterazioni dei rapporti proporzionali ed altre conseguenze architettoniche generali, notevoli incongruenze funzionali, soprattutto in relazione al recupero degli infissi interni (porte), alla riduzione dell'altezza dei davanzali ed alla necessità di realizzare gradini aggiuntivi. Gli interventi di consolidamento hanno oramai una casistica vastissima, che va dai metodi tradizionali a quelli innovativi, con l'adozione di materiali analoghi agli antichi o modernissimi, dalla riparazione della parte ammalorata alla completa sostituzione, dal rinforzo locale all'affiancamento di una nuova struttura, dalla sospensione del vecchio sul nuovo alla collaborazione tra la struttura originaria e quella aggiuntiva, passando per tutte le gradualità intermedie. Spesso, per non rinunciare completamente all'apporto della vecchia struttura, si tenta un approccio che solidarizza ad essa parti aggiuntive sì da ottenere, con elementi di ridotta invasività, una struttura integrata di capacità notevolmente superiori a quelle originarie ma pur sempre contenuta nello spessore iniziale. L'intento appare apprezzabile sotto diversi punti di vista ma deve sempre verificarsi l'esito in termini di compatibilità. Infatti, è difficile accostare al legno altri materiali, diversi per costituzione e comportamento fisico.

8.2.2 Volte

Le operazioni sulle strutture voltate, oltre a tener conto delle necessità imposte dalle normative vigenti riguardo ai "miglioramenti" strutturali sismici, dovrebbero agevolare la conservazione dei materiali, il rispetto degli elementi tipologico-strutturali, nonché quello morfologico delle tipologie degli archi e delle volte con la salvaguardia degli elementi originari. La scelta della metodologia del consolidamento viene determinata dalle cause del dissesto e dovrebbe, tuttavia, mantenere la configurazione spaziale della struttura voltata. In ogni caso si raccomanda di prevedere adeguati interventi volti a disattivare i meccanismi fuori dal piano attraverso efficaci collegamenti degli impalcati alle pareti murarie.

Gli interventi sulle **strutture a volta** possono essere realizzati con il ricorso alla tradizionale **tecnica delle catene**, che compensino le spinte indotte sulle murature di appoggio e impediscano movimenti reciproci. Le catene andranno poste di norma alle reni di archi e volte. Qualora non sia possibile questa disposizione, si potranno collocare le catene a livelli diversi (ad esempio estradosali).

In presenza di volte massicce **la cerchiatura del campo di impalcato occupato dalle volte**, (soprattutto se la volta interessata è di bordo rispetto alla pianta dell'edificio), mediante tiranti o piatti metallici collegati alle murature a formare un sistema chiuso, è un intervento opportuno, che ha la finalità di annullare l'azione delle spinte sulle pareti esterne;

La **realizzazione all'estradosso di controvolte in calcestruzzo**, armate o no, è generalmente da evitarsi, per la riduzione dello stato di compressione nella volta in muratura e l'aumento delle masse sismiche, oltre che per l'impovertimento che induce, in termini di valori culturali e testimoniali, nel manufatto storico.

È possibile valutare il ricorso, sull'estradosso, a tecniche di placcaggio con fasce di materiale composito, perché più leggere e comunque amovibili. Tuttavia, vanno considerate le seguenti problematiche:

- diversa traspirabilità tra le zone placcate e non (specie in presenza di affreschi all'intradosso);
- durabilità (l'esperienza di comportamento nel tempo, sia delle fibre sia delle resine di incollaggio, è ancora limitata)
- non completa reversibilità (la parte superficiale della muratura resta comunque impregnata dalla resina).

Ovviamente, in presenza di lesioni deve essere prevista una riparazione, mirata a ricostituire il contatto tra i conci, tramite semplice iniezione di malta; in casi particolari potranno essere utilizzati cunei (biette).

8.2.3 Strutture di copertura

Gli interventi devono conservare le tipologie costruttive e gli schemi strutturali delle coperture esistenti, mantenendo le quote e le pendenze delle falde.

È possibile valutare la realizzazione di interventi volti a migliorare il comportamento della struttura di copertura come solettine armate con rete elettrosaldata zincata leggera, controventi realizzati con nastri metallici forati, doppio tavolato incrociato. In ogni caso è necessario prevedere un opportuno e mutuo collegamento di tali elementi.

Le giunzioni costituiscono l'elemento chiave nella risposta sismica delle strutture lignee, perché in funzione dei dettagli che le caratterizzano possono costituire l'elemento più critico in cui si realizzano comportamenti fragili o sconnessioni, o viceversa possono fornire alla struttura una più o meno estesa capacità di dissipazione.

Gli interventi degli ultimi anni sono stati eseguiti con elementi connettori metallici, delle forme più varie, quali chiodature, regge e staffe, secondo la tradizione, ma anche con l'inserimento di piastre dentate che sono tipiche delle giunzioni di nuova esecuzione.

Gli interventi più efficaci risultano essere quelli che predispongono l'inserimento di bulloni nelle zone di connessione degli elementi che caratterizzano la capriata, in quanto non modificano drasticamente le condizioni di funzionamento originarie.

In alcuni casi potrebbe essere indispensabile prevedere interventi di rafforzamento locale volti ad eliminare il tentativo di ribaltamento fuori piano dei timpani murari, rendendo la copertura "sicura" durante l'evento sismico senza demolirla e ricostruirla completamente. Ad esempio, si può realizzare un muro interno longitudinale al quale collegare i timpani murari oppure migliorare il collegamento tra l'impalcato di copertura e quello di sottotetto, prevedendo anche un contestuale irrigidimento (ad esempio con diagonali, anche d'acciaio) e garantendone il collegamento alle pareti d'ambito.

La rifazione integrale del tetto dovrebbe essere attuata solo nel caso di struttura originaria fortemente e diffusamente degradata, oppure nel caso, piuttosto raro, di struttura del tetto spingente che non possa essere resa non spingente in alcun modo. Nel caso in cui si proceda alla rifazione, si deve verificare la compatibilità della nuova copertura con la struttura muraria esistente.

Per quanto riguarda le coperture storiche, realizzate con materiali tradizionali, è sempre consigliabile la conservazione del materiale originale, utilizzando pannelli coibentanti compatibili con il materiale tradizionale, ad esempio utilizzando un isolante in fibra di legno.

Per le coperture in legno è sempre auspicabile la conservazione della **struttura lignea** esistente effettuando interventi di riparazione, **rinforzo** o provvedendo in caso di necessità a sostituzioni puntuali di singoli elementi non sanabili. Nel caso di interventi di manutenzione straordinaria o di riparazioni circoscritte si consiglia di non alterare la forma, la dimensione e i materiali esistenti.

8.3 STRUTTURE DI COLLEGAMENTO

Per i corpi scala esistenti, se originari o quantomeno d'interesse architettonico, tipologico o documentario, è opportuno valutarne la conservazione sia nelle parti strutturali, sia nelle caratteristiche architettoniche. In caso d'interventi di restauro, deve essere utilizzato il materiale di recupero; qualora ciò non sia possibile si può procedere alla sostituzione con materiale analogo a quello originario.

9. EDIFICI BARACCATI

9.1 SISTEMA COSTRUTTIVO DELLA MURATURA CON INTELAIATURA LIGNEA – RICOGNIZIONE STORICA

L'utilizzo di sistemi costruttivi a intelaiatura lignea per la difesa da azioni sismiche degli edifici ha origini antiche. Esempi sono ritrovabili già in età minoica, come a Knossos e Phestos, risalenti al 2130-2110 a.C., ma anche ad Akrotiri e Thera, nell'isola di Santorini in Grecia, in cui sono presenti edifici multipiano risalenti al XVII secolo a.C., cioè *"case con una robusta intelaiatura lignea inglobata all'interno dei muri, che, a differenza della precedente impiegata nelle grandi opere pubbliche, era usata nell'edilizia residenziale privata"*.

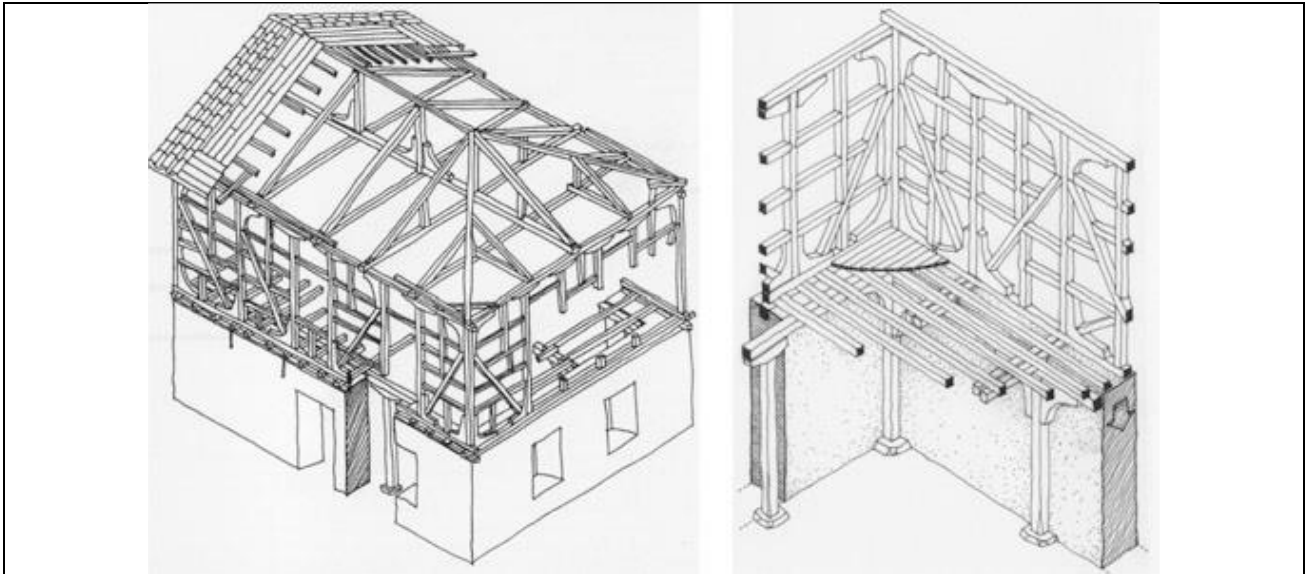


Fig.5 Esempio tipico di architettura greca

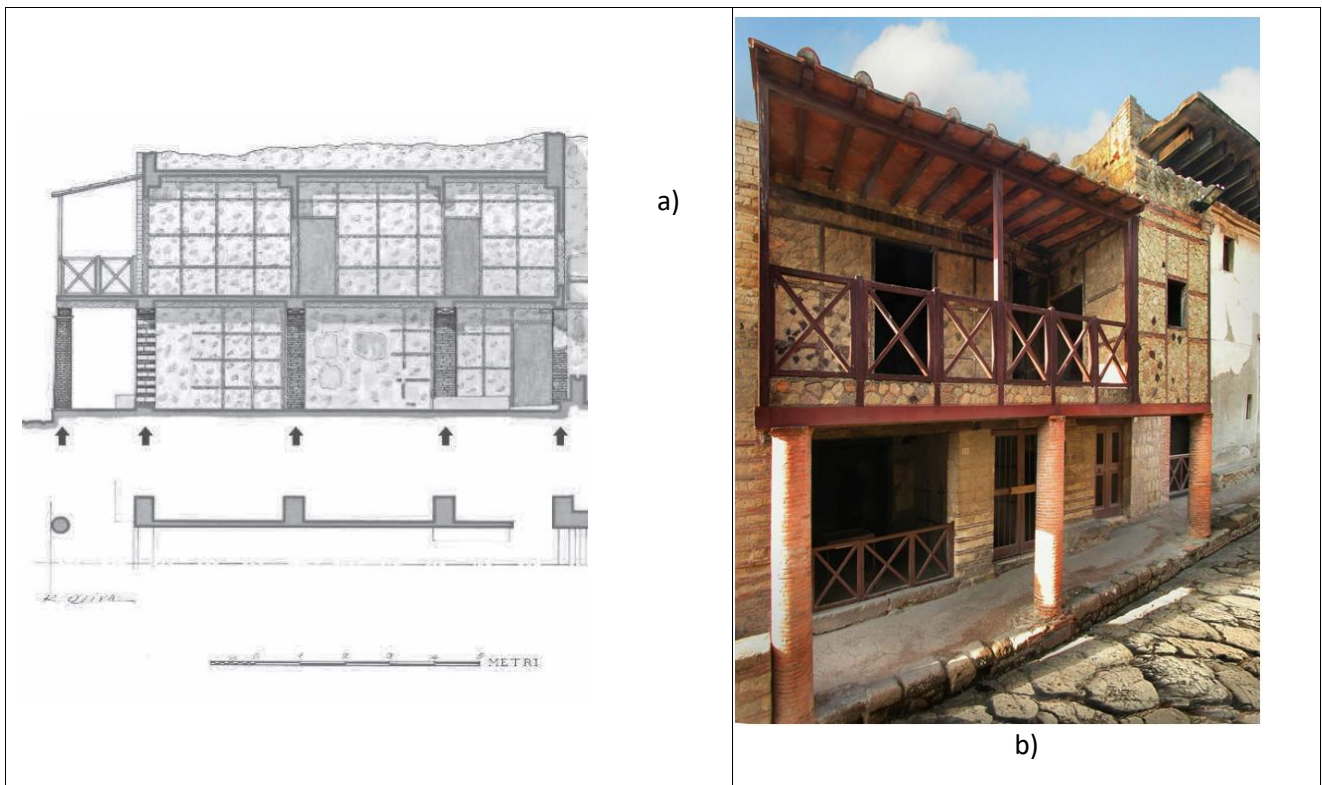


Fig.6 - La casa a graticcio a) porzione di sezione della "casa a Graticcio", Parco Archeologico di Ercolano. Rilievo R. Oliva da Maiuri 1958, con modifiche [10] - b) foto

Un esempio di prima casa antisismica in epoca classica romana è quello della *“Casa a Graticcio”* dell’antica Herculaneum, costituita da un telaio in legno (o graticcio, da cui il nome), tamponato con vari tipi di materiale, tra cui murature in pietre, mattoni di laterizio, argilla mescolata con paglia o anche canniccio intonacato, ricostruita con questo sistema a seguito del terremoto del 62 d.C. Questa tipologia costruttiva viene descritta anche da Vitruvio che, nel suo *“Libro Secondo dell’Architettura”* fa una distinzione fra *casa muraria* e *casa intelaiata* affermando *“questo libro non tratta già dell’origine dell’architettura, ma dà i principi delle fabbriche e del modo in cui sono state le medesime migliorate”*. Le due tipologie costruttive sono state infatti, nel tempo, oggetto di modifiche e perfezionamenti atti a resistere alle calamità naturali.

In epoca rinascimentale, l’architetto napoletano Pirro Ligorio (1513-1583), alla corte del ducato estense, osservò i tanti crolli soprattutto nell’edilizia privata dovuti al forte terremoto che nel novembre 1570 danneggiò Ferrara e numerosi paesi limitrofi. Ne analizzò le ragioni e stese il primo progetto di casa antisismica del mondo occidentale. Il progetto, ispirato alle regole del costruire del mondo classico romano, era esposto in due pagine della sua poderosa opera *“Antichità romane”*.

Si può dire, dunque, che *“in Italia, la tipologia edilizia più accreditata a resistere al terremoto era quella delle case cosiddette “baraccate”*. Un esempio di questa tipologia costruttiva si ritrova nella costruzione del palazzo del Conte di Nocera Umbra, in Calabria, realizzato intorno al 1638, con una *“armatura”* interna in legname e che resistette agli episodi sismici che sconvolsero quella regione per due secoli e mezzo, senza riportare alcun danno.

All’indomani poi del tragico terremoto del 5 febbraio del 1783 che vide distrutte Reggio Calabria e parte della Sicilia, il governo borbonico si attivò per la ricostruzione emanando un regolamento antisismico, il primo della storia per prevenire futuri danni e perdite umane nei territori delle Due Sicilie da sempre ad alto rischio sismico. Il regolamento prevedeva la costruzione di murature rinforzate da telai di elementi lignei, tecnica inventata dall’ingegnere Francesco La Vega, definita successivamente casa baraccata. Il sistema ideato dall’ingegnere spagnolo si basava su alcuni studi dell’ingegneria settecentesca ma anche su una tecnica costruttiva già in uso in Calabria dai tempi dell’antica Roma. È certo infatti che Francesco La Vega diresse agli inizi del XVIII secolo i lavori di una campagna di scavi avviata ad Ercolano e successivamente a Pompei e Stabia da Carlo III di Borbone, durante i quali ebbe modo di osservare l’*Opus Craticium* ercolanense.

La casa baraccata è descritta dettagliatamente dall’ing. Luigi Pessò in un articolo intitolato *“Sul consolidamento delle fabbriche nelle Calabrie contro i danni dei terremoti”*, pubblicato nella rivista *“L’Ingegneria Civile e le Arti Industriali”* nel 1877, nel quale dichiara che l’intelaiatura di travi era realizzata prevalentemente utilizzando legname di castagno e l’ossatura costituiva *“quasi lo scheletro dell’edificio che si vuole costruire, e tale che potrebbesi costituire una casa anche rivestendola d’altra materia anziché di muratura”*. [...] *Tuttavia, benché sia certa l’origine della casa baraccata calabrese, non fu il Regno di Napoli il primo Stato ad adottare questo tipo di costruzione. All’indomani del devastante terremoto di Lisbona del 1° novembre del 1755, il ministro dell’interno, Marchese di Pombal, emanò un editto che dettava le norme legate alla riedificazione della città e che prescriveva per i palazzi un’intelaiatura lignea (la cosiddetta “gaiola pombalina”), del tutto simile a quella “baraccata”. I disastrosi terremoti che colpirono nel XVIII e XIX secolo Lisbona, la Calabria e la Sicilia contribuirono all’approfondimento e alla diffusione di una letteratura tecnico-scientifica particolarmente attenta alle soluzioni costruttive ritenute sufficientemente resistenti ai moti tellurici. Nel XIX secolo, poi, l’accresciuta facilità di comunicazione diede origine a una diffusione della*

pubblicistica riguardante gli studi concernenti le costruzioni antisismiche, che rapidamente superò i confini europei.[2]

9.1.1. La struttura della gaiola pombalina

Il sistema antisismico utilizzato per la città di Lisbona a seguito del tragico terremoto del 1755 che innescò vari drammatici eventi a catena, quali uno tsunami e un incendio che distrussero rovinosamente la capitale portoghese, può considerarsi l'antesignano nonché probabilmente la fonte di ispirazione per la costituzione del sistema baraccato ischitano. La struttura degli edifici "pombalini" è costituita da "una struttura tridimensionale in legno denominata "gaiola pombalina" racchiusa in pareti interne in muratura al di sopra del primo piano (Fig. 7). Gli altri muri interni (tramezzi) sono in pannelli di legno e si distinguono dai muri di gaiola perché i muri di gaiola sono più spessi (da 18 a 25 cm) dei muri di tramezzo (da 10 a 15 cm).

La struttura in legno della "gaiola" è come una gabbia per uccelli composta da elementi verticali e orizzontali controventati da diagonali denominati Croci di Sant'Andrea. I collegamenti tra gli elementi lignei della gaiola e le murature esterne sono eseguiti da elementi in ferro ma l'esperienza insegna che a volte questi elementi non esistono. Il più delle volte, gli elementi lignei della "gaiola" sono intagliati insieme (Fig. 7) o collegati da chiodi o tiranti in ferro secondo le informazioni storiche relative alle tecniche di costruzione. La concezione del telaio in legno di "gaiola" e le connessioni tra elementi in legno sono state ispirate nella costruzione di navi, che era un'eccellente esperienza portoghese". [3]



Fig. 7: Vista interna di un edificio pombalino in Rua dos Fanqueiros, Lisbona [4]

La tipologia costruttiva pombalina per le pareti divisorie non è solo a croce di sant'Andrea ma presenta anche un'altra tipologia, "costituita da travi, ai quali vengono inchiodati orizzontalmente dei listelli dove

verrà poi eseguita l'intonacatura. Poiché sono leggeri, possono essere installati ovunque sul pavimento senza bisogno di alcun supporto". [5]

9.1.2. Il sistema baraccato ischitano

L'isola di Ischia, a causa dei frequenti fenomeni ad alta sismicità a cui è soggetta, in quanto territorio di origine vulcanica, è ricca di soluzioni costruttive antisismiche desunte dal metodo empirico antico e dalle conoscenze scientifiche acquisite nel corso dei secoli e utilizzate per garantire alle strutture un comportamento di resistenza migliore rispetto a quelle realizzate secondo le tecniche costruttive tradizionali e convenzionali. L'evento che ha certamente rivoluzionato il sistema costruttivo isolano si è verificato sul finire del XIX secolo, il 28 luglio del 1883. Il sistema, grazie ai consigli di Giuseppe Mercalli fu utilizzato a Ischia nelle fasi di ricostruzione che interessò principalmente i comuni di Casamicciola, Lacco Ameno e Forio.

Si può distinguere tra baracche ed edifici gli edifici baraccati in legno, i cui telai strutturali furono utilizzati il castagno e l'abete.

Il costruito ischitano, prima dell'evento sismico, era caratterizzato da strutture in muratura; la pietra utilizzata era il tufo verde ischitano, una roccia dalle caratteristiche simili al tufo giallo ma più friabile. La tessitura era caotica per il ricorso a pietre non lavorate o lavorate su di una sola faccia ed inoltre, veniva utilizzata una malta povera di cemento con bassissime proprietà leganti. Spesso, a causa degli elevati costi di costruzione, gli edifici non presentavano spessori murari adeguati a sopportare elevate azioni verticali (o si utilizzavano murature a sacco con paramenti murari sottili e, nella maggior parte dei casi, non collegati da diatoni). Inoltre i solai non erano ben collegati alle pareti murarie. Per tali motivi i danni a seguito del terremoto del 1883 furono ingenti. Per la ricostruzione, si fece riferimento alle tipologie strutturali realizzate in altri paesi europei (ad esempio il terremoto di Lisbona del 1755), adottando un sistema murario costituito da intelaiatura lignea, in grado di conferire alle strutture in muratura un comportamento scatolare, di fornire la resistenza a trazione alla muratura e di dissipare l'energia indotta dal terremoto. In realtà nel caso ischitano furono diverse le tecniche utilizzate per la ricostruzione; infatti si adottò una prima tecnica che prevedeva l'utilizzo esclusivo del legno per la realizzazione di nuove abitazioni provvisorie e/o definitive, favorendo una più rapida costruzione. Sebbene si trattasse solo di case provvisorie esse non furono viste positivamente e quindi si passò ad una nuova tipologia costruttiva che prevedeva l'uso della muratura in tufo unita ad una intelaiatura lignea, che poteva assumere diverse configurazioni. [5]

9.2 TIPOLOGIA COSTRUTTIVA DEGLI EDIFICI BARACCATI

Il sistema costruttivo *della casa baraccata* possedeva le seguenti caratteristiche tecniche:

- altezza fuori terra di due, massimo tre piani;
- pianta rigorosamente simmetrica basata su un corpo centrale di forma quadrata e due ali laterali più basse, anch'esse quadrate;
- solide fondazioni su palificate lignee per scongiurare il fenomeno della liquefazione del terreno;
- Mancanza di elementi e corpi spingenti;
- pareti verticali formate da un doppio telaio ligneo, uno a filo interno e uno a filo esterno del muro, collegati da traversi orizzontali disposti a intervalli regolari; il telaio può essere o meno dotato anche di controventi diagonali ed è tamponato con murature in mattoni o pietrame.

Esso prevedeva un piano terra realizzato con muratura portante in tufo per evitare la propagazione di incendi o la marcescenza delle parti strutturali in legno, sopra i quali venivano innalzati i piani superiori aventi un telaio strutturale in legno i cui ambiti vuoti venivano riempiti con scheggioni di tufo legati con

malta cementizia e le cui parti esterne ed interne venivano rivestite sempre da muratura in tufo.

L'ossatura principale in legno era formata da elementi verticali, i ritti, ed elementi orizzontali. I ritti principali, di dimensioni tra i 15 e i 20 cm di lato, erano posizionati nei cantonali degli edifici e in ogni incrocio con pareti perimetrali o di separazione interna; i traversi, di simili dimensioni, venivano posti in corrispondenza dei due orizzontamenti e del piano di gronda. Tra gli elementi che costituivano la struttura principale veniva disposta quella secondaria, composta anch'essa da elementi lignei verticali e orizzontali che venivano fissati all'ossatura primaria mediante collegamenti a tenone e mortasa, oppure ponendo in mutuo contrasto i pezzi e collegandoli tra loro con staffe con squadri metallici fissati con chiodi oppure, con semplici chiodature.



Fig. 8 – La baraccatura.

I travetti dell'unico solaio intermedio generalmente presente erano posti a un interasse compreso tra 80 cm e 120 cm, con luci correnti comprese tra 4.00 m e 4.50 m, e avevano dimensioni di 10 cm x 15 cm circa. Ad essi era fissato il sistema di tavole di castagno sul quale venivano realizzati il lastrico d'intersuolo e la pavimentazione di quadroni d'argilla.

Realizzata la baraccatura del primo piano, una trave di coronamento generalmente chiudeva in corrispondenza del piano di gronda e allo stesso tempo fungeva da elemento di appoggio per le incavallature del tetto. Su tale trave scaricavano i travetti dell'elemento di calpestio del sottotetto, i quali sopportavano il normale carico dell'impalcato e fungevano anche da catena per le capriate. Un tavolato di castagno, ordito ortogonalmente ai travetti e a essi fissato, costituiva di solito la base dell'elemento di calpestio del sottotetto. Sulle tavole, spesse dai 3 ai 5 cm, era realizzato un massetto battuto di lapillo e calce su cui risultava posata con malta di calce la pavimentazione di elementi d'argilla. Tuttavia, è possibile trovare casi in cui tale pavimentazione è posata direttamente sul tavolato mediante malta di calce e pozzolana. Le capriate, solitamente semplici e a spinta eliminata, erano generalmente coperte con un tavolato di castagno, o di abete, sul quale, direttamente o su correntini a esso sovrapposti, era fissata la lamiera ondulata galvanizzata; in alternativa si utilizzavano tegole di Marsiglia che risultavano essere saldamente fissate al supporto.

Al primo calpestio era posta la pavimentazione, al di sopra di un battuto di circa 8 cm di spessore che chiudeva superiormente il vespaio di pietrame a secco, oppure copriva le volte del piano interrato.

Per le fondazioni, venivano adottate due tipologie specifiche: la prima prevedeva che i ritti principali, di altezza tale da raggiungere il piano di gronda, venissero ben conficcati nel terreno e annegati per un tratto

nell'elemento di fondazione; su quest'ultima era poi appoggiato un primo traverso interrotto in corrispondenza dei montanti principali e a questi fissato, per supportare le sollecitazioni indotte dalla struttura secondaria. Nel secondo sistema, l'estradosso della fondazione in muratura (platea, trave continua) era assunto come piano di posa dell'intera baraccatura, con un corrente di base, all'epoca denominato "renaio inferiore", non interrotto in corrispondenza dei ritti, che fungeva da elemento di appoggio sia per l'ossatura principale che per quella secondaria.

9.2.1 Configurazione del Telaio

Circa la configurazione dei telai lignei compresi nelle murature, sono state individuate quattro diverse geometrie nel posizionamento degli elementi. Nel sistema baraccato l'indeformabilità dell'intera struttura portante era raggiunta rendendo quanto più possibile indeformabili le maglie che la componevano.

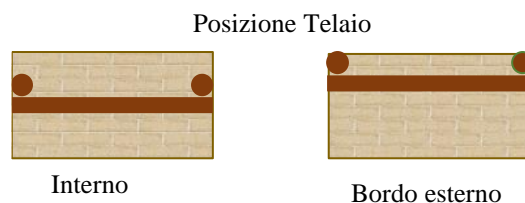
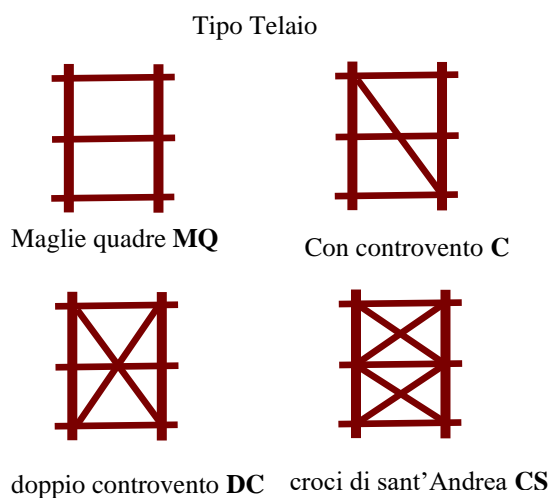


Fig. 9 – La tipologia di telaio.

L'esempio più semplice e con un livello prestazionale più basso è dato dagli edifici con pareti intelaiate, dove i riquadri della struttura erano definiti da soli ritti e traversi e alla muratura compresa nelle campiture era affidato il compito di contrastare, con bielle compresse, l'effetto delle forze orizzontali e sismiche. In altri casi l'azione di contrasto alle forze sismiche e di irrigidimento del sistema risultava invece affidata a uno o due elementi controventanti, ciascuno dei quali abbracciava più campiture. Il più diffuso tipo di disposizione dei legni all'interno della maglia strutturale era quello alla beneventana, secondo il quale ogni campitura è caratterizzata da ben due elementi controventanti posti a croce di sant'Andrea lungo le diagonali, in modo da rendere massima l'azione di contrasto della parete nei confronti delle forze orizzontali e, data la riduzione delle dimensioni degli interspazi, consente la migliore solidarizzazione delle parti lignee con quelle in muratura. La baraccatura risultava completamente inglobata nella muratura di tufo e la solidarizzazione degli elementi della parete d'ambito era affidata alla presenza di conci lapidei a tutto spessore, opportunamente sagomati e disposti a cavallo degli elementi lignei. Oltre che in asse alla

parete, la baraccatura poteva essere posizionata a filo con una delle superfici libere dell'elemento di chiusura d'ambito.

9.2.2 Le connessioni

Le varie tipologie di strutture baraccate sono accomunate dal tipo di connessioni, principalmente caratterizzate da unioni chiodate. Inoltre, gli incontri tra le diagonali, e tra le diagonali ed eventuali traverse intermedie, sono realizzati con connessioni "a metà legno": in pratica, le estremità degli elementi sono generalmente incastrate e/o chiodate ai ritti ed ai traversi con connessioni "a dente".

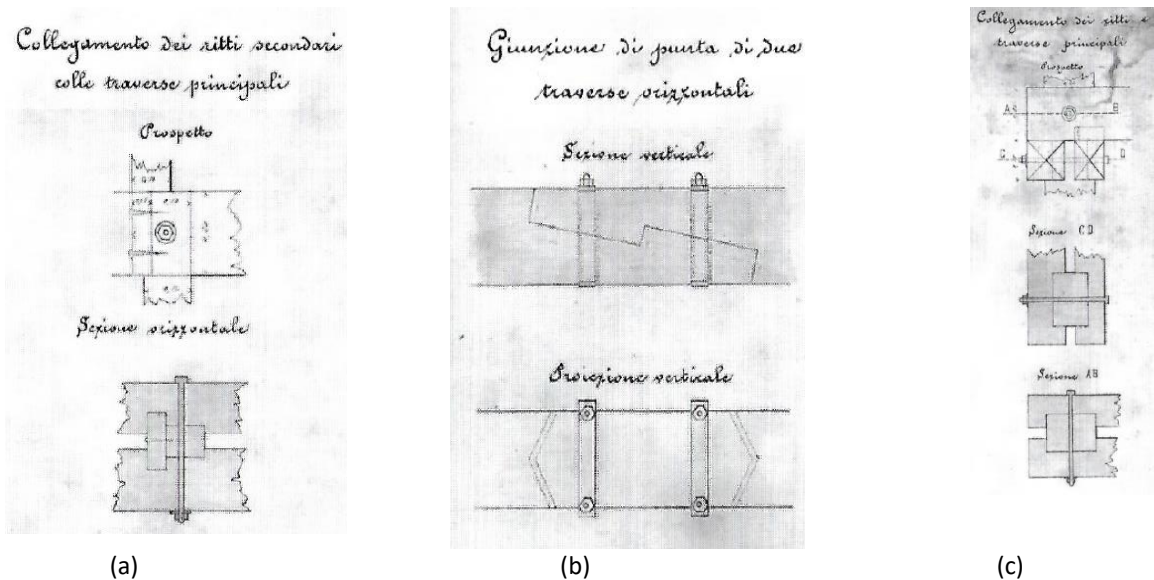


Fig. 10 – Tipologia di connessione: (a) collegamento ritti secondari e traverse principali, (b) connessione due traverse orizzontali, (c) connessioni ritti e traverse principali.

9.2.3 I Tramezzi

Le campiture degli elementi di partizione interna sono generalmente riempite di materiale lapideo che è strettamente contenuto entro lo spessore del telaio ligneo ed è rivestito di intonaco. Tale modo di realizzare le tramezzature, a causa del differente comportamento elastico della struttura lignea rispetto a quelle dello strato di intonaco, comporta la presenza di lesioni che segnano sulle superfici a vista l'andamento della sottostante ossatura. Data l'esigenza di limitare la presenza di carichi superflui, gli elementi di partizione potevano essere realizzati in modo diverso, ad esempio lasciando vuote le campiture mentre le facce dell'ossatura erano rivestite da tavolati di castagno o di abete oppure da intonaco su incannucciata o su listellato.



Fig. 11– I tramezzi.

9.3 LA TIPOLOGIA COSTRUTTIVA “A BARACCA”

La tipologia “a baracca” si distingue dalla casa baraccale per la caratteristica di provvisorietà dei materiali con cui è stata edificata e dal fatto che i corpi di fabbrica dovevano essere di un unico piano fuori terra, che affacciavano su larghe strade formanti reticolo a maglia quadrata o rettangolare.

“I risultati dei rilievi della Commissione Ministeriale, al pari di quella del locale Collegio degli Ingegneri ed Architetti, palesarono le cause determinanti il rovinoso comportamento degli edifici (cattiva realizzazione delle fondazioni, eccessiva altezza, cattiva qualità delle murature, volte sovraccariche, solai con travi non sufficientemente incastrate). Per resistere ai movimenti sussultori ed ondulatori di un terremoto, si sarebbe dovuto pensare ad un sistema costruttivo fatto di buona muratura, di solide proporzioni e abbondanti rastremazioni, con altezze limitate, solai e coperture non più a volte ma a travi, in maniera da eliminare le spinte laterali. Alla luce di tali caratteristiche i tecnici riconobbero che anche una casa in muratura avrebbe resistito ottimamente alle scosse. C’era però da considerare che difficilmente i proprietari si sarebbero attenuti rigidamente a tali norme, per cui la commissione optò per un sistema costruttivo a gabbia in cui gli elementi strutturali verticali fossero rigidamente connessi con quelli orizzontali. I materiali che risultavano più idonei a tal uopo erano il ferro e il legno, dando la preferenza a costruzioni miste di legno o ferro con muratura di tufo, realizzando con i primi la struttura e con la seconda i compagni e la coibenza termica. Di questa tipologia mista, due le sperimentazioni da prendere a modello: il sistema cosiddetto alla calabrese, che ebbe la sua consacrazione dopo il terremoto del 1783, con le Istruzioni Reali, emanate dal governo borbonico e configuranti uno dei primi regolamenti antisismici della storia, ed un altro molto usato in America ed in Europa soprattutto per fabbricati di uso pubblico. Con il sistema alla calabrese la casa avrebbe poggiato su una platea di fondazione in muratura da cui sarebbero partiti i cantonali e i ritti laterali in legno di quercia, a costituire una vera e propria gabbia irrigidita orizzontalmente dai correnti per l’appoggio dei solai ai vari piani”.[8]

Per caratteristiche funzionali e costruttive le baracche di legno ischitane possono ricondursi a tre tipi fondamentali: **“ordinaria a 4 compresi”**; **“a 2 compresi”**; **“a 4 compresi”**.

I diversi tipi erano dati dall’aggregazione di più ambienti detti **“compresi”**, di pianta quadrata, e con lato variabile tra 3.70m e 3.90m, posti in modo da formare rettangoli con i lati in rapporto di 1:2, oppure dei nuovi quadrati, con dimensioni del lato pari al doppio della cellula originaria.

*La tipologia più semplice è quella indicata come **“ordinaria a 4 compresi”**. Le pareti perimetrali presentano in corrispondenza di ciascun cantonale ed in mezzeria di ogni lato un ritto di sezione 12x12 cm , che attraversa il cordolo di fondazione in muratura ed infisso nel terreno; su tali elementi sono incastrati orizzontalmente dei travetti di sezione 8x8 cm e su di essi degli elementi di completamento di pari dimensione posti in verticale. Sul lato esterno della griglia di travetti in tal modo formata, le tavole del rivestimento sono fissate a **“sormonto”**, ovvero in prosecuzione l’una dell’altra con una sovrapposizione di alcuni centimetri, in modo da evitare che l’acqua piovana scorrendo possa penetrare all’interno della baracca. Gli elementi di divisione interna della baracca constano di un semplice tavolato chiodato su altri 6 ritti infissi al suolo, di cui quello di maggiori dimensioni, 12x12 cm, è posto all’incrocio dei divisori; gli altri di sezione 8x8 cm disposti lungo le tramezzature.*

Per evitare la facile putrescenza degli elementi lignei a contatto diretto col terreno, il rivestimento di tavole poggiava su uno zoccolo in muratura alto circa un metro e con la sommità raccordata al tavolato in modo da favorire l’allontanamento dell’acqua. Nella baracca ordinaria ciascuno dei 4 comparti aveva una superficie di circa 18mq ed era destinato a deposito oppure ad abitazione.

Il secondo tipo di baracca, ad esclusivo uso residenziale, contiene solo due cellule e per questo fu

denominata **“a 2 compresi.”**

Rispetto al tipo precedente cambiano anche alcune caratteristiche costruttive. Infatti, la struttura portante principale e quella di completamento sono un'unica struttura, costituita da ritti (10 x10 cm) disposti nei cantonali e ad interasse di 1,30 m. Le pareti perimetrali presentano un tavolato formato da assi orizzontali fissati ai ritti e rivestito di intonaco all'interno. L'elemento divisorio comprende sei ritti ai quali è fissato un tavolato rivestito di intonaco.

Il soffitto di ciascun ambiente è formato da un tavolato a pianta quadrata di 1.5 m di lato che, posto al centro del *compreso*, è da un lato fissato ai puntoni delle incavallature, mentre dall'altro è rinforzato da travetti che lo connettono con gli elementi d'imposta del tetto; all'intradosso di questo tavolato viene disposta una incannucciata di supporto all'intonaco.

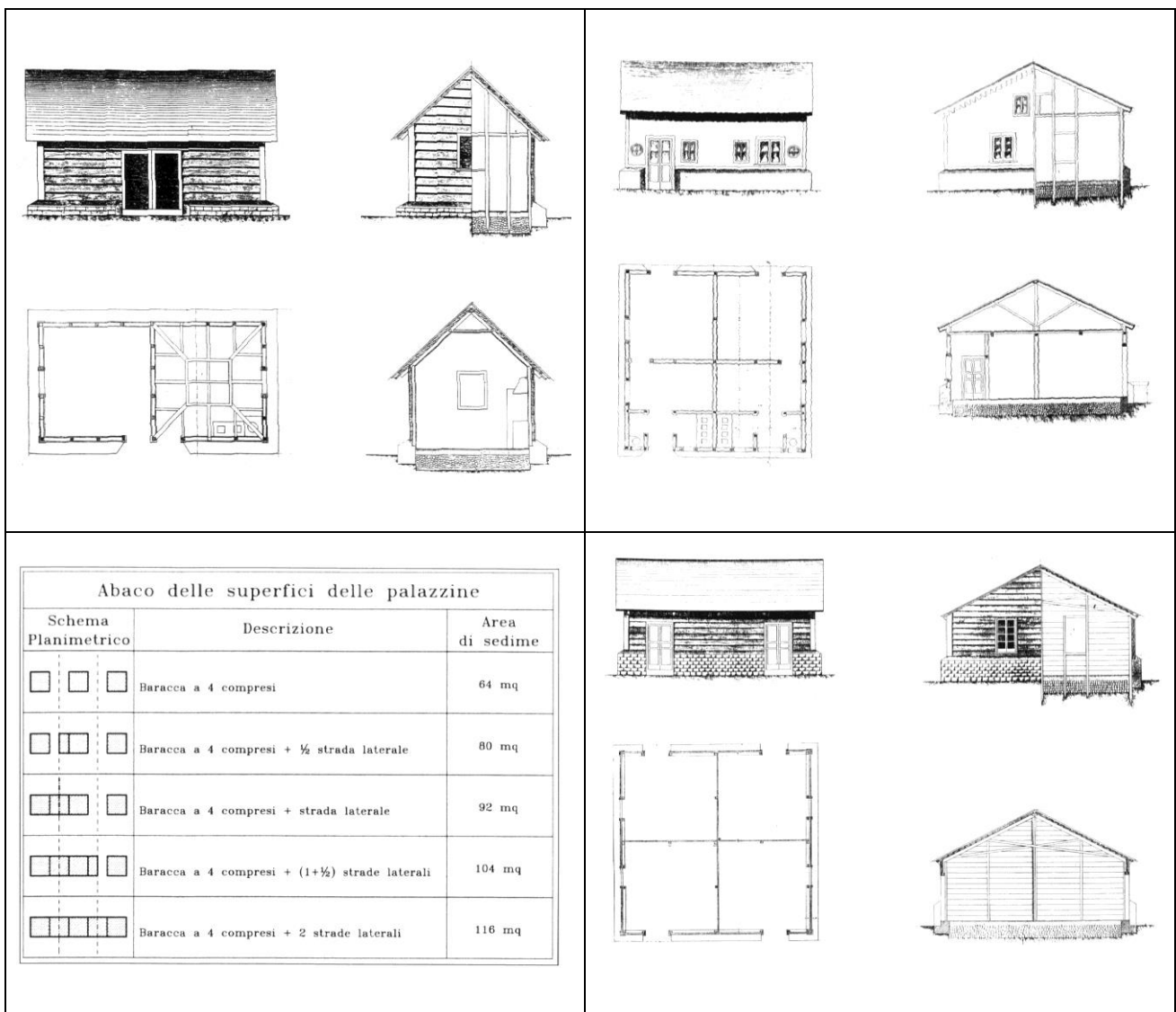


Fig.12 – La baracca in pianta, prospetto e sezioni [8]

Il terzo tipo di baracca, è detta semplicemente **“a 4 compresi”**. Essa è data da un corpo di fabbrica solo teoricamente diviso in quattro e che, a differenza del tipo **“ordinario a 4 compresi”**, comprendeva in origine solo due unità abitative ognuna dotata di disimpegno, latrina, di cucina in muratura, due camere ed ammezzato.

Questa baracca si differenziava da quella ordinaria per le caratteristiche delle chiusure d'ambito e delle

tramezzature. Le pareti perimetrali erano infatti formate da un tavolato verticale chiodato esternamente ai ritzi su cui, fissata una incannucciata, era poi realizzato l'intonaco; all'interno delle stesse pareti sull'ossatura principale erano chiodati dei listelli di legno e su di essi era poi fissata l'incannucciata di supporto all'intonaco. Superiormente gli ambienti erano limitati dall'impalcatura dell'ammezzato. Questa impalcatura presenta cinque travi d'appoggio (12x15 cm) ad interasse di 2,0 m sulle quali è inchiodato l'assito di supporto alla pavimentazione del sottotetto.

Anche nelle baracche a 4 compresi è presente un vespaio di pietrame a secco, all'interno di un cordolo perimetrale in muratura e la zoccolatura a protezione.

Per la copertura dei tetti si sarebbe ricorso a lastre di ferro ondulato tenute su arcarecci di listoni di abete, potendosi poi costituire sui tiranti delle incavallature lignee o un "palco morto" di legname, o un soffitto ad incannucciata che avrebbe garantito l'interno delle case dai rigori invernali.

Delle baracche ancora esistenti nessuna più è dotata di rivestimento esterno di tavole a vista. In molti casi il tavolato originale è stato poi occultato da una cortina muraria esterna oppure è stato compreso tra incannuciate o listellati su cui è stato poi eseguito l'intonaco. [17]

10. STRATEGIE DI INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DELLE CASE BARACCATE

A fronte della peculiarità degli edifici baraccati, appare indispensabile -compatibilmente con il livello di danneggiamento sismico e/o vulnerabilità, quest'ultima analizzata con tecniche di calcolo rispettose delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, il rispetto dell'identità tecnico-costruttiva dei manufatti, per cui qualsivoglia intervento sul costruito deve essere preceduto da una preventiva analisi materico-strutturale e da una verifica della sua compatibilità con le caratteristiche peculiari delle fabbriche stesse *"Tale verifica, dalla quale deriva una prima valutazione circa le possibilità di recupero di livelli prestazionali dell'edificio non più raggiunti a causa dell'obsolescenza, della vetustà o del particolare stato di degrado di quest'ultimo, deve in primo luogo comprendere l'analisi delle possibili finalità perseguibili con detti interventi e delle destinazioni d'uso ammissibili per i suddetti edifici.* [12]



Fig.13– Danni riscontrati in edifici in muratura baraccata– Casamicciola Terme- Località San Severino



Fig.14– Danni riscontrati in edifici in muratura baraccata– Casamicciola Terme- Località Piazza Maio

È comunque fondamentale, prima di qualsiasi scelta progettuale, eseguire un'indagine diagnostica per l'effettiva valutazione sullo stato di degrado materico e dei dissesti strutturali, così da poter definire in maniera esatta tutte le fasi di intervento.

È auspicabile che gli interventi previsti siano leggeri e reversibili nel rispetto di quanto previsto ai sensi degli artt. 6, 7 e 9 del P.T.P. dell'Isola di Ischia.

Pertanto, l'intervento non deve essere finalizzato solo al raggiungimento di un **appropriato livello di sicurezza** della costruzione, ma deve garantire anche:

- a. compatibilità con le tecniche costruttive originarie e durabilità;**
- b. integrazione e non trasformazione della struttura;**
- c. rispetto di concezione e tecniche originarie della struttura;**
- d. reversibilità o rimovibilità degli interventi.**

Resta in ogni caso nella facoltà del tecnico progettista, che assume la responsabilità diretta dell'intervento proposto, individuare la soluzione progettuale più idonea ed economicamente sostenibile, compatibilmente con l'analisi dello stato di fatto in termini di danno e vulnerabilità delle strutture.

Per quanto riguarda l'aspetto sismico è necessario che gli interventi progettati siano tali da garantire il **comportamento scatolare della struttura**, come già indicato nei paragrafi precedenti, in base a quanto definito dalle NTC2018.

10.1 ELEMENTI VERTICALI

Come detto gli elementi verticali sono costituiti dall'unione di due elementi di natura e caratteristiche differenti. Per quanto concerne la **muratura** in conci di tufo può essere realizzato **un intervento di scuci e cucì** finalizzato al ripristino della continuità muraria lungo le linee di fessurazione, al risanamento di porzioni di muratura gravemente deteriorate, ed al ripristino della funzione portante di supporto al telaio interno. Si consiglia di utilizzare materiali simili a quelli originari per forma, dimensioni, rigidità e resistenza, collegando i nuovi elementi alla muratura esistente con adeguate ammorsature nel piano del paramento murario e se possibile anche trasversalmente al paramento stesso, in modo da conseguire la massima omogeneità e monoliticità della parete riparata.

Inoltre possono essere adottati **intonaci armati con reti in fibra** opportunamente connessi, volti a migliorare il collegamento tra muratura portante e il telaio ligneo e rendere il sistema monolitico, evitando fenomeni di espulsione delle porzioni di muratura, danneggiamento manifestatosi per effetto dell'evento sismico del 21 agosto 2017.

Per il miglioramento del comportamento sismico dei pannelli in muratura baraccata può essere adottato il **placcaggio con tessuti o lamine in materiale fibrorinforzato**. Essi possono essere applicati in corrispondenza dei ritti, dei traversi e delle diagonali del telaio ligneo. Tali elementi devono essere opportunamente collegati alla fondazione fino alla sommità dell'edificio.

L'inserimento nei giunti di malta di un reticolato continuo di sottili trefoli in acciaio, i cui nodi sono fissati mediante barre metalliche trasversali al paramento murario può considerarsi poco invasivo e reversibile.

10.1.1 Struttura lignea/metallica

L'ossatura lignea o metallica annegata all'interno della muratura rappresenta la struttura portante di trasmissione tra i vari elementi strutturali che caratterizzano l'edificio; particolare cura al ripristino della loro funzione portante dovrà essere riposta al fine di garantirne il corretto comportamento statico e dinamico. La sostituzione degli elementi e/o porzioni ammalorati con elementi di uguale materiale risulta essere la soluzione preferibile, nel caso in cui sia possibile, che consente di ripristinare il funzionamento a telaio della struttura interna alla muratura (fig. 9). Particolare attenzione dovrà essere adottata alla progettazione del sistema di connessioni tra gli elementi e/o porzioni sostituite, adottando soluzioni compatibili con i materiali esistenti.



Fig.15 – Sostituzione di parti di elementi lignei ammalorati

10.2 CONNESSIONI

Le connessioni tra gli elementi della struttura intelaiata e le strutture orizzontali rappresentarono uno dei punti cruciali di questo tipo di strutture; l'impiego di soluzioni moderne caratterizzate dall'utilizzo di viti, piastre, materiali compositi o elementi in legno, se opportunamente dimensionati rappresentano una soluzione di miglioramento sismico di queste strutture, in quanto scientificamente è stata recentemente dimostrata la notevole vulnerabilità dei collegamenti. L'adozione di connessioni con elementi lignei può rappresentare una soluzione di maggiore compatibilità sia dal punto di vista materico che dal punto di vista dinamico.

Inoltre, al fine di evitare i meccanismi fuori dal piano delle pareti è necessario garantire efficaci collegamenti tra le pareti intelaiate e i solai, con tecniche analoghe a quelle descritte per gli edifici in muratura, precedentemente esaminati.

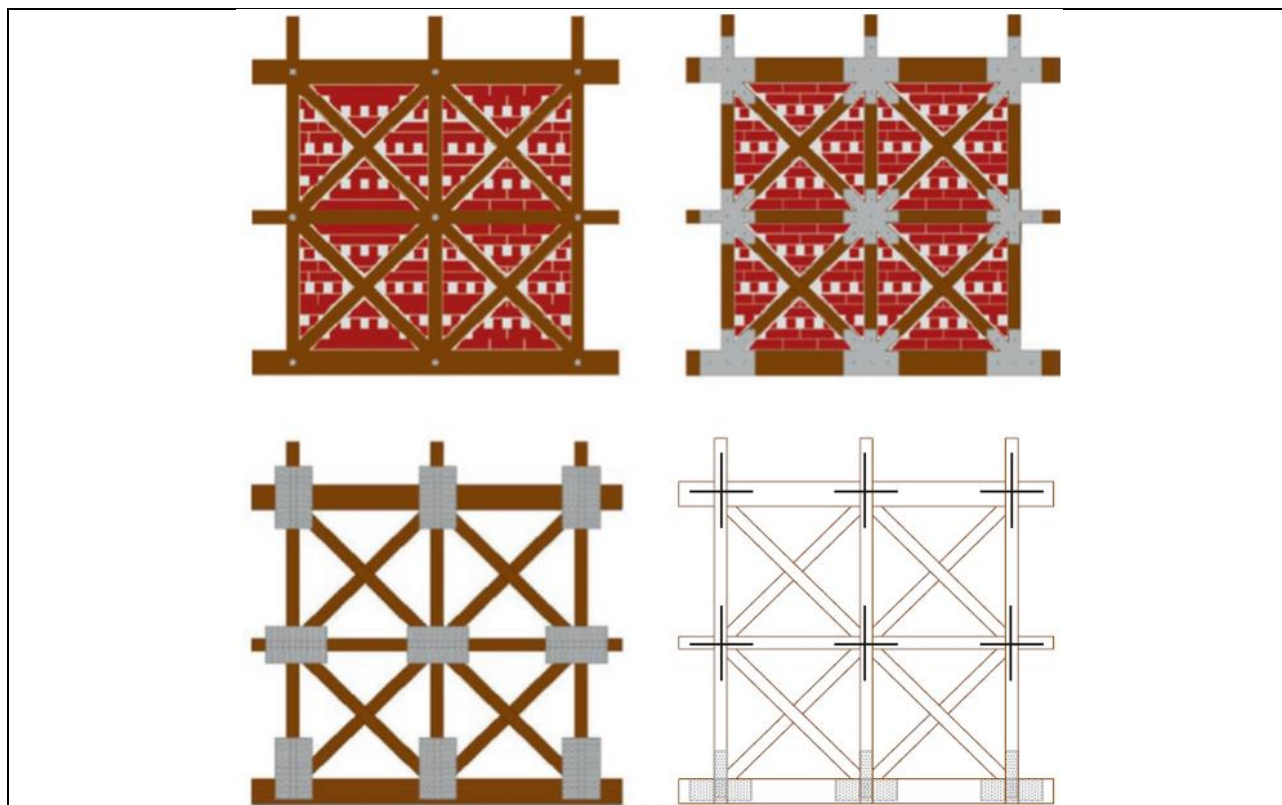


Fig. 16 – Miglioramento delle connessioni tra gli elementi lignei

10.3 SOLAI

Nel caso degli edifici in muratura baraccate per il rinforzo dei solai lignei si possono adottare le stesse tecniche d'intervento già descritte per gli edifici in muratura al par. 8.2.1, evitando la realizzazione di solette in c.a.. Pertanto, potrà essere realizzata un'orditura secondaria in legno rispetto a quella esistente oppure un secondo tavolato, che dovranno essere opportunamente ancorati alle pareti murarie baraccate. L'intervento sul solaio deve essere tale da garantire il collegamento tra il solaio e le pareti murarie baraccate **ad esempio mediante elementi metallici, come barre o profilati metallici**.

Nel caso in cui sia necessario sostituire i solai, essi dovranno essere realizzati **in legno**, garantendo la collaborazione tra le travi in legno e il sovrastante tavolato mediante un sistema di connessione che può essere realizzato con tecniche tra loro anche assai differenti, ma generalmente con connettori di tipo puntiformi (chiodi, viti, bulloni, spinotti), oppure si possono utilizzare barre d'acciaio incollate, nel caso di soletta lignea continua, con adesivo strutturale, quale resina epossidica, coadiuvato da viti o solo viti nel caso di soletta lignea discontinua (Fig. 16).

Il collegamento dei solai lignei alle murature potrà avvenire mediante capochiavi di ancoraggio alla parete, a sua volta collegato ad un ferro piatto chiodato al sistema di tavole (Fig. 17).

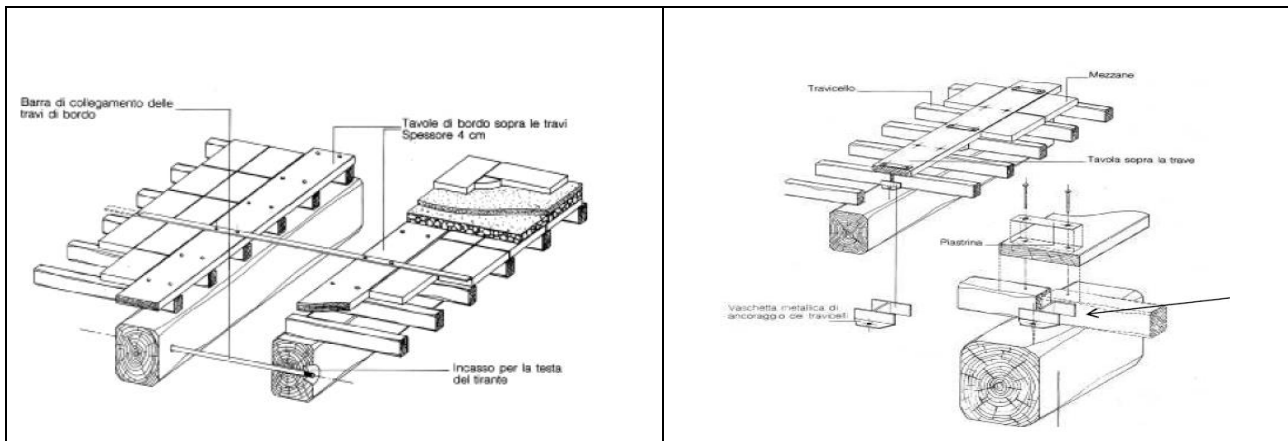


Fig. 17 Esempio di collegamento degli elementi trave per ottenere la continuità del piano rigido. Immagine tratta da Paolo Faccio, "Corso di Consolidamento degli edifici storici", Università IUAV di Venezia, a. a. 2014-2015

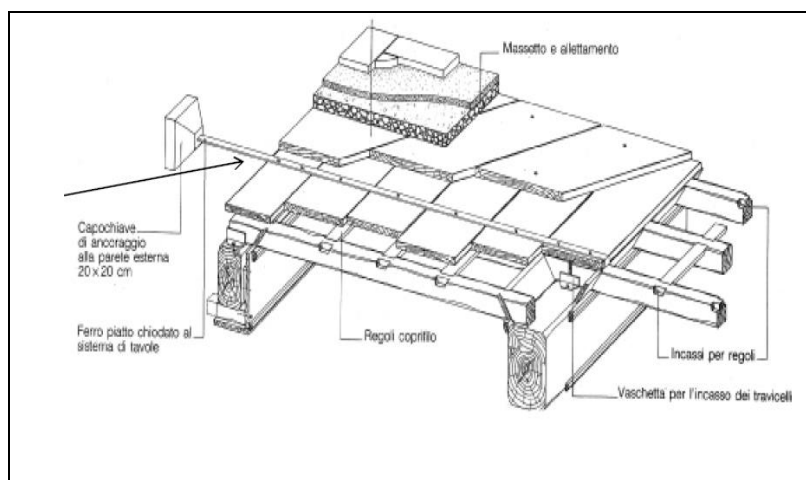


Fig. 18 Esempio di collegamento solaio in legno alla muratura. Immagine tratta da Paolo Faccio, "Corso di Consolidamento degli edifici storici", Università IUAV di Venezia, a. a. 2014-2015.

10.4 STRUTTURE DI COPERTURA

Anche per le strutture di copertura potranno essere adottate le tecniche intervento descritte al par. 8.2.3 per gli edifici in muratura. Inoltre, il cordolo in sommità dovrà essere realizzato possibilmente con piastre in acciaio, che presentano una limitata invasività e si prestano particolarmente bene al collegamento degli elementi lignei della copertura.

10.5 TRAMEZZI

Per quanto riguarda i **tramezzi o in generale le pareti in legno**, in particolare quelli delle case baraccate che presentano ancora la tecnica costruttiva originaria realizzata mediante un'ossatura rivestita da tavolati (di castagno o di abete), oppure da intonaco su incannucciata o su listellato, laddove sia possibile, sarebbe importante preservare il valore testimoniale di queste tecniche costruttive antiche ma allo stesso tempo innovative, integrando la sola parte ammalorata dell'incannucciata o del tavolato, inserendo un pannello termoisolante in cellulosa. Possono essere ripristinate con nuovo stuoio, realizzato con canne intrecciate nelle stesse modalità di quelle esistenti, sovrapposto a quello antico, chiodato alla struttura lignea ed eventualmente reso solidale al vecchio stuoio attraverso malte opportunamente formulate. Nella eventuale realizzazione del nuovo intonaco è necessario utilizzare materiali dalle caratteristiche meccaniche e termo-igrometriche simili a quelli esistenti. Nel caso in cui sia impossibile recuperare il

tramezzo originario è necessario che vengano utilizzate tecniche e materiali compatibili, legati alla tradizione locale e alla bioedilizia.

11. LA DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLE CASE BARACCATE

La demolizione e ricostruzione della casa baraccata è giustificabile solo in casi specifici, e cioè di degrado e danneggiamento strutturale generalizzato e gravissimo o in situazioni di estrema inadeguatezza all'uso.

Sarà in ogni caso necessario proporre soluzioni progettuali che poggino su adeguati livelli di conoscenza delle strutture, e che eventuali proposte di demolizione di strutture riconosciute come di particolare rilevanza storico-architettonica, con livelli di danno e/o vulnerabilità elevati, siano basate su analisi preventive approfondite dal punto di vista materico e strutturale, che dimostrino chiaramente che soluzioni alternative di recupero dell'edificio esistente, o di parziale sostituzione, siano tecnicamente ed economicamente non sostenibili.

Una diagnosi approfondita e accurata dovrebbe pertanto precedere qualsiasi intervento. Ciò dovrebbe essere accompagnato dalla comprensione e dall'analisi del sistema costruttivo e strutturale, delle sue condizioni e delle cause di qualsiasi degrado, danneggiamento o cedimento strutturale, nonché errori di ideazione, dimensionamento o assemblaggio. La diagnosi deve essere basata sull'evidenza documentale, sull'ispezione e sull'analisi e, qualora necessario, sulla misurazione delle condizioni fisiche mediante prove non distruttive (NDT) e, se necessario, prove di laboratorio. Ciò non preclude l'effettuazione di piccoli interventi e misure di emergenza ove necessari.

In alcuni casi si è riscontrato che interventi consistenti in modifiche plano-volumetriche, eseguiti con materiali incongrui e/o strutturalmente interferenti con le strutture baraccali originarie abbiano potuto modificare la capacità sismica dell'edificio ante intervento. Pertanto, nel caso di sopraelevazioni potrebbe essere opportuno prevedere la demolizione di tali parti e la ricostruzione con materiali idonei e compatibili con la struttura originaria, salvaguardando l'edificio storico, con interventi di sostituzione localizzata per le porzioni storiche.

In presenza di porzioni aggiunte in pianta rispetto alla struttura originaria, le stesse porzioni potrebbero essere disgiunte rispetto alle strutture storiche e, laddove vengano demolite, potranno essere ricostruite con materiali compatibili, ed eventualmente nuove tecniche costruttive, garantendone così l'indipendenza strutturale con le fabbriche originarie, al fine di salvaguardarne la conservazione.

La demolizione e ricostruzione di un edificio storico richiede un progetto molto dettagliato, che definisca non solo un rilievo dello stato materico e di degrado, un quadro fessurativo e un'analisi dei dissesti in maniera accurata, ma anche che preveda uno studio che determini un progetto di ricostruzione filologica della struttura costruttiva da un punto di vista tipologico, metrico, materico e strutturale, dove la componente sicurezza gioca un ruolo fondamentale di perfezionamento ed eventualmente rettifica ed aggiornamento delle componenti strutturali originarie sopra descritte.

Per quanto riguarda la questione del rilievo metrico, materico e dei dissesti, è importante ricordare che questo deve essere svolto con massimo rigore, poiché, dopo la demolizione, questa fase diviene, insieme al rilievo fotografico, un documento essenziale per il mantenimento della memoria visiva e della storia del luogo.

La ricostruzione, da considerare come ultima ratio, potrebbe prevedere il rispetto di ogni elemento architettonico costitutivo dal punto di vista formale e materico.

Per tali edifici è possibile preventivamente sottoporre il progetto preliminare di intervento alla Conferenza Speciale dei Servizi preliminare di cui all'ordinanza n°17/22, in modo da acquisire in seno alla Conferenza gli indirizzi per la redazione del progetto esecutivo.

Il progetto preliminare dovrà essere corredato dei seguenti elaborati:

- relazione tecnico-descrittiva che illustri lo stato e l'epoca storica del manufatto;
- rilievo dello stato di fatto, la cui conoscenza deve essere acquisita anche mediante indagini strutturali che permettano di raggiungere un elevato livello di conoscenza dell'edificio;
- Documentazione fotografica (oltre al rilievo fotografico dello stato di fatto post sisma è possibile inserire anche fotografie d'epoca e/o quelle più recenti ma precedenti all'evento sismico);
- Analisi del danno e della vulnerabilità sismica;
- Elementi di conoscenza geologica del sito;
- Ricostruzione storica del fabbricato e valutazione dello stato attuale rispetto alla configurazione originaria (si dovranno indicare nel grafico tutte le evoluzioni, gli ampliamenti e le trasformazioni che l'immobile ha subito nel tempo lì dove conosciute);
- Proposta progettuale preliminare.

La pubblicazione della **Carta ICOMOS del 2003 – “Principi per l'analisi, la conservazione e il restauro strutturale del patrimonio architettonico”** - suggerisce un insieme di principi da utilizzare nella valutazione della sicurezza delle strutture esistenti, e cioè che *“prima di prendere una decisione sulla valutazione strutturale, l'indagine è indispensabile per determinare preventivamente le cause del danno e del degrado e poi valutare l'attuale livello di sicurezza della struttura stessa”* [13]. La valutazione della sicurezza è seguita dalla fase decisionale sul possibile intervento e successivamente sul progetto stesso.

Lo studio e il progetto di intervento stesso dovrebbero essere eseguiti da un tecnico con molta esperienza in questo specifico settore, a causa della natura complessa e dei vincoli (sismici, idrogeologici, culturali e paesaggistici) inerenti ai vecchi edifici presenti sul territorio ischitano.

L'atteggiamento del progettista deve essere di rispetto e comprensione per il vecchio edificio e per il suo contesto. La carta dell'ICOMOS 2003 così dispone al punto 1.3, nella parte riguardante I Principi – Aspetti Generali: ***“Il valore di ogni costruzione storica risiede non solo nella sua appartenenza, ma anche nell'insieme di tutte le sue componenti, come prodotto unitario della cultura tecnologica specifica di ogni luogo ed epoca di costruzione. In particolare, la rimozione o lo stravolgimento delle strutture interne con la conservazione delle sole facciate non rispetta i principi generali della cultura del restauro”***, inoltre al punto 1.7: ***“Nessun intervento deve essere intrapreso senza aver preventivamente accertato i benefici che possono con esso conseguirsi, il suo impatto sulla costruzione storica e gli eventuali effetti collaterali, anche a lungo termine. In situazioni di emergenza si può derogare da queste condizioni, scegliendo comunque soluzioni che producano minime alterazioni permanenti”***.

Importante è la preservazione degli elementi strutturali lignei anche nella fase di ricostruzione, così che si possano conservare le tecniche costruttive storiche delle case baraccate, valore testimoniale e culturale di un popolo, che altrimenti andrebbe perduto. Difatti, nel **2017 l'ICOMOS ha pubblicato la Carta dei Principi per la Conservazione del Patrimonio Costruito di Legno**, la quale riconosce ***“l'importanza della partecipazione della comunità nella protezione del patrimonio di legno, il suo rapporto con le trasformazioni sociali e ambientali e il suo ruolo nello sviluppo sostenibile”***, inoltre ai punti 1 e 2 dei ***“Principi”*** sottolineano l'importanza del rilievo, dell'analisi e delle indagini diagnostiche anche ai fini ricostruttivi e in particolare: ***“Preliminarmente ad ogni operazione, le condizioni della struttura e dei suoi componenti, inclusi gli interventi condotti in precedenza, dovrebbero essere rigorosamente documentate”***.

Inoltre, la Carta ICOMOS 2003 definisce la possibilità dell'intervento di ricostruzione e di totale sostituzione al punto 12 nel paragrafo sugli ***“Interventi”***, ossia: ***“Ciò non preclude tuttavia l'eventuale smontaggio parziale o anche totale della struttura qualora:***

- a. le riparazioni eseguibili in situ su elementi originali richiedessero un grado di intervento inaccettabile;**
- b. la deformazione della struttura è tale da non poterne ripristinare il corretto comportamento strutturale;**
- c. fosse necessario un intervento aggiuntivo inappropriato per mantenerla nel suo stato deformato.**

Ai punti 14 e 15, specifica sulle parti strutturali lignee, che sono gli elementi fondamentali che caratterizzano la costruzione sismica della casa baraccata, ossia: ***“Qualsiasi elemento di sostituzione in legno dovrebbe preferibilmente:***

- a. essere della stessa specie legnosa dell'originale;**
- b. possedere un contenuto di umidità uguale a quello originale;**
- c. avere una venatura con caratteristiche simili laddove essa è visibile;**
- d. essere lavorato utilizzando tecniche e strumenti tradizionali o simili all'originale.**

Non si dovrebbe tentare di invecchiare artificialmente il legname sostitutivo. I nuovi componenti non dovrebbero sminuire esteticamente l'insieme. Dipingere i componenti sostitutivi in modo che corrispondano al colore attuale degli elementi originali può essere consentito in casi specifici quando non farlo comprometterebbe in modo inaccettabile la comprensione estetica e il significato culturale della struttura;

Più in generale invece al punto 23 sulla scelta dei materiali e delle tecnologie attuali: ***“I materiali e le tecnologie attuali dovrebbero essere scelti e utilizzati con la massima cautela e solo nei casi in cui la durabilità e il comportamento strutturale dei materiali e delle tecniche costruttive siano stati provati con risultati soddisfacenti per un periodo di tempo sufficientemente lungo”***.

Una possibile soluzione per ricostruire le case baraccate è quella di usare lo stesso sistema antisismico controventato e gli stessi materiali, a parità di sagoma e volume, in particolare utilizzando un legno strutturale, collegando gli elementi lignei e le pareti in muratura, anche mediantenuove soluzioni per i collegamenti della scatola muraria e tra gli elementi strutturali in legno.

In casi molto particolari, potrebbe essere opportuno lo smontaggio delle parti ammalorate e rimontaggio della struttura baraccata con materiale consolidato o rinforzato mediante sostituzioni locali.

12. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. Fabrizio Cantelmi, “A prova di terremoto: Costruzioni antisismiche antiche”, Argomenti, Geopunto 72/17, pagg.10, 21;
2. Rafaela Cardoso, Mário Lopes, Rita Bento, “13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No. 918” - Earthquake Resistant Structures of Portuguese Old ‘Pombalino’ Buildings, pagg.5-7;
3. Stefania Stellacci, Graça Vasconcelos, Elisa Poletti, Giovanni Borsoi, “Multi-criteria analysis of rehabilitation techniques for traditional timber frame walls in Pombalino buildings (Lisbon)”, Article in Journal of Building Engineering, January 2018, pag.186;
4. Isabel Maria Daun e Lorena Mattos Taquenho, “Ciências da Engenharia Civil,” Avaliação do comportamento sísmico de um edifício Pombalino reforçado”, Universidade Nova de Lisboa, Giugno 2017, pagg.6-7;
5. Claudio D’Ambra, Gian Piero Lignola, Andrea Prota, “IX Congresso di Storia dell’Ingegneria 5th International Conference” Napoli, 16 E 17 Maggio 2022, Valutazioni numeriche preliminari della risposta sismica di strutture murarie baraccate,
6. Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle Infrastrutture

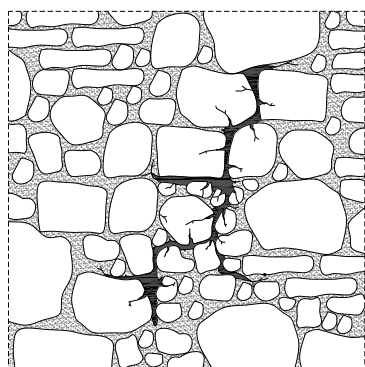
e dei trasporti del 14 gennaio 2008, allegate alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9 febbraio 2011 “Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008”;

7. Il piano particolareggiato di recupero degli insediamenti baraccali del Comune di Lacco Ameno, Delibera Giunta Comunale n.26 del 20.02.2001;
8. A.T.T.E.S.S, Edilizia Storica e Sostenibilità Ambientale, “La qualità delle prestazioni energetico-ambientali nella manutenzione dell’architettura storica – Linee Guida”, Meta Distretto Veneto della Bioedilizia – meta Distretto Veneto dei Beni Culturali, pag. 94, 150;
9. D. Camardo, M. Notomista, “La Casa a graticcio di Ercolano (III, 13-15). La struttura dell’edificio ed i suoi restauri”, Vesuviana, 2017,
10. Circolare Ministeriale Beni e Attività Culturali 02/12/2010, N. 26, “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008)”;
11. Circolare Ministeriale Beni e Attività Culturali 02/12/2010, N. 26, “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008)”;
12. Francesco Polverino, “Ischia: Architettura e terremoto”, Clean Edizioni. Napoli 1998, pagg.205 – 209; ISBN 88-86701-42-X;
13. Maria João da Fonseca Teixeira, “Reabilitação de edifícios pombalinos Análise experimental de paredes de frontal”, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico – Universidade Técnica de Lisboa, Ottobre 2010;
14. Nicola Ruggieri, L’ingegneria antisismica nel regno di Napoli (1734-1799), Roma, ARACNE editrice int.le S.r.l., ISBN 978-88-548-8564-6;
15. M. Dolce, G. Manfredi (a cura di) “linee guida per riparazione e rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni”, Doppiovoce Edizioni, 2009;
16. B. Calderoni, A. Sandoli, E.A. Cordasco “Valutazione speditiva della vulnerabilità sismica nei centri urbani italiani: una classificazione tipologica strutturale degli edifici esistenti in muratura ed in c.a. Structural Magazine 210 marzo/aprile 2017”;
17. Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento per i servizi tecnici nazionali, Servizio Sismico Nazionale “Il terremoto del 28 luglio 1883 a Casamicciola, isola d'Ischia”, Ist. Poligrafico dello Stato, 1998.
18. A. Prota, A. Balsamo. “Interventi strutturali negli aggregati storici” in “L’arte del costruire in Campania tra restauro e sicurezza strutturale” a cura di Renata Picone, Valentina Russo, Collana Abitare il futuro, 12, Clean Editore, 2017
19. B. Calderoni, E.A. Cordasco “Interventi per la riparazione e il rafforzamento locale di edifici in muratura esistente che hanno subito danni sismici limitati, Dossier Ingenio 31, marzo 2015: Sistemi di rinforzo e consolidamento strutturale, www.ingenio-web.it/Dossier/96/Restauro-Rinforzo-e-Consolidamento-strutturale.html
20. B. Calderoni, E.A. Cordasco, A. Prota, “Analisi degli edifici in muratura moderni a seguito del terremoto dell’Aquila” – Wonder masonry 2011, Firenze 10-11 Novembre 2011, Edizioni Polistampa 2012, pag 282-301

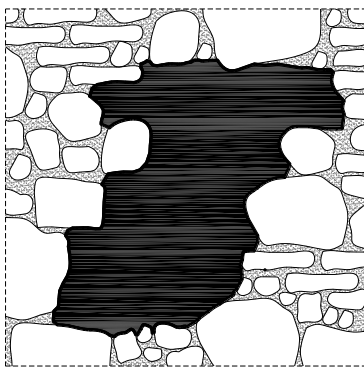
APPENDICE 1

SCHEDE ILLUSTRATIVE DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI

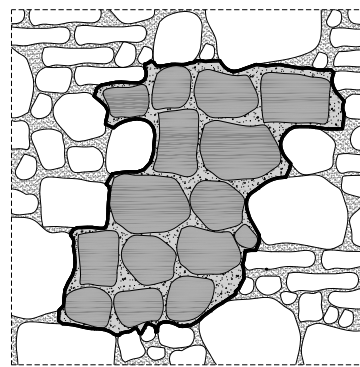
SCUCI E CUCI



FASE 1



FASE 2

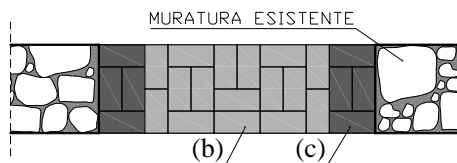
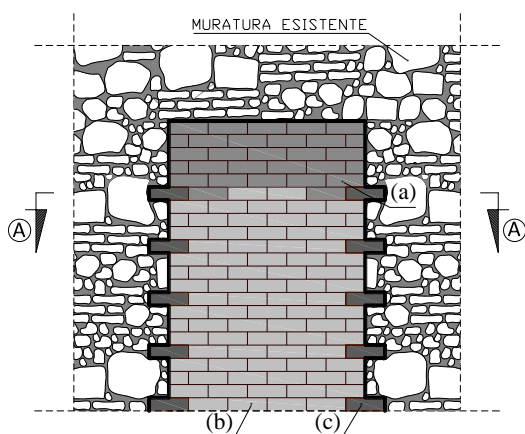


FASE 3

Modalità di esecuzione

- **Individuare la zona da cui iniziare e la direzione di sviluppo.** La tecnica viene utilizzata in presenza di un quadro fessurativo della muratura che può presentarsi più o meno complesso, ramificato ed esteso. Normalmente si inizia da punto più in basso, ma non è una regola immutabile: occorre valutare con attenzione come deve progredire il lavoro, tenendo conto anche delle eventuali tensioni presenti nella muratura stessa.
- **Iniziare a smontare la zona di muratura scelta.** Utilizzando punta e mazzetta si va ad agire sui giunti tra mattoni e mattoni, cercando di scalzare ogni singolo elemento senza romperlo o danneggiarlo. La zona smontata deve avere una dimensione limitata (non più di 20 - 30 mattoni per volta) e deve avere un contorno frastagliato per permettere la successiva ammorsatura tra la parte esistente e quella rifatta.
- **Ricucire la muratura.** l'operazione, deve essere studiata ed eseguita con cura, perché si deve ottenere una malta il più possibile simile a quella originale. A questo punto, utilizzando le pietre di recupero o analoghe, si inizia a porre in opera i corsi realizzando ammorsature adeguate alle murature esistenti.
Risarcire i giunti degradati e stuccare le fughe e rifinitura della muratura. Con la stessa malta usata per legare i mattoni, eventualmente additivata con polvere di cotto a granulometria disomogenea, si risarciscono i giunti degradati nella restante muratura esistente e, nel caso di muratura faccia a vista, si stuccano le fughe.

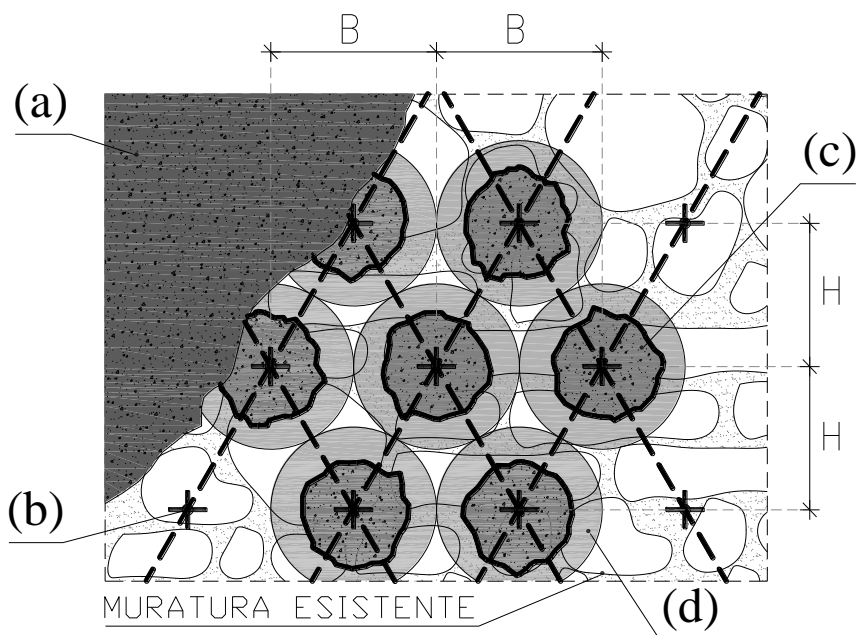
SCUCI E CUCI PER CHIUSURE NICCHIE



Modalità di esecuzione

- **rimozione dell'intonaco** e della tamponatura non in carico;
- **ricostruzione di muratura** (generalmente in mattoni pieni, ma da verificare in funzione della tipologia muraria di base) con ammorsature alla esistente mediante tecnica del cucì-scucì;
- nella parte superiore, per circa 30 cm, usare malta leggermente espansiva, con quantità di additivo da definire in base a calcoli specifici, ma che comunque va ottimizzata in corso d'opera in funzione della risposta per le prime file di mattoni;
- se necessario, in casi particolarmente delicati, è opportuno prevedere il monitoraggio dell'intervento per tenere sotto controllo la deformata e verificare la messa in carico della tamponatura.

INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI

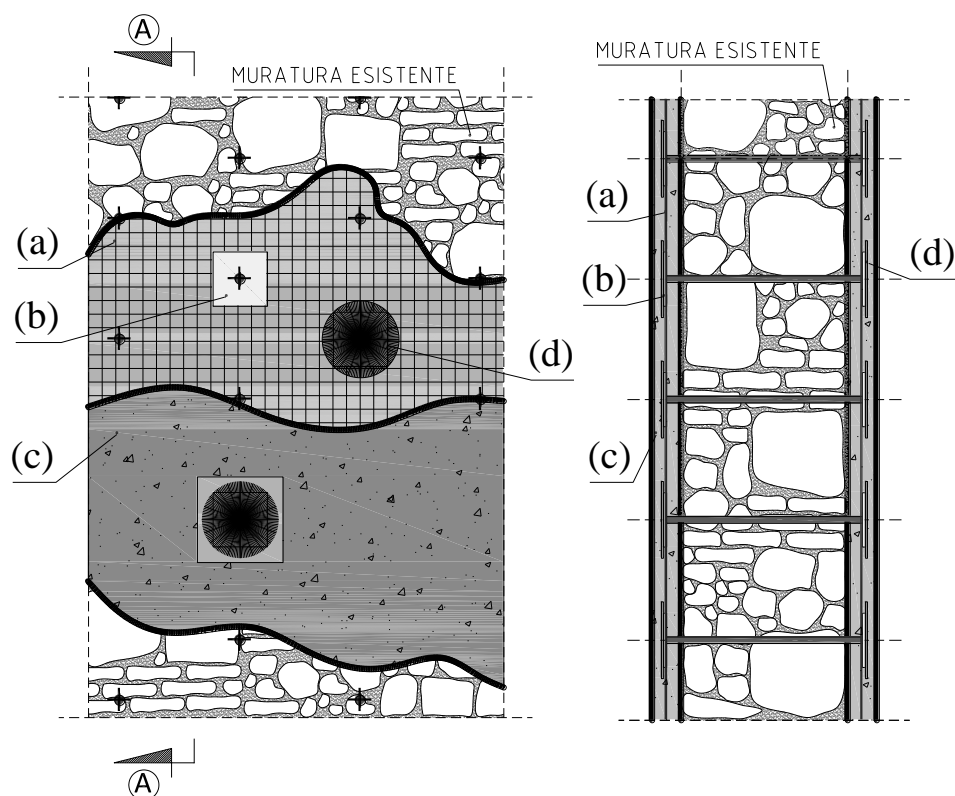


- a) Intonaco da rimuovere;
- b) Fori nei giunti dove iniettare la malta;
- c) Miscela iniettata;
- d) Area di influenza della miscela consolidante.

Modalità di esecuzione

- **Preparazione della parete.** In presenza d'intonaco di rivestimento, quando questo presenti nessun valore artistico storico, si procede, in genere alla sua rimozione o nel caso di limitati stati fessurativi al risarcimento delle parti ammalorate in modo da non causare una fuoriuscita della miscela che sarà successivamente iniettata attraverso la stuccatura di tutte le lesioni e fessure con malta di cemento additivata con resina adesivizzante. Nel caso invece di murature faccia a vista, si procede alla sigillatura preventiva dei giunti deteriorati presenti in superficie e delle eventuali fessure; per murature particolarmente incoerenti e caotiche è consigliabile effettuare un pre-consolidamento fatto con pre-iniezioni.
- **Esecuzione dei fori di iniezione.** Si realizzano i fori con sonde a rotazione e mai a percussione adottando diametri, interassi, lunghezze e direzioni correlati al tipo, condizione e spessore della muratura da consolidare. In generale i fori, in numero di **2 o 3 a m²**, hanno diametri compresi tra i 20 e i 40 mm, interasse tra i 30 ed i 100 cm e sono disposti su file parallele a formare un reticolo regolare; su muri di spessore superiore ai 50-60 cm è opportuno eseguire le perforazioni sulle due facce. L'esecuzione dei fori viene seguita dall'introduzione di ugelli e boccagli, lunghi almeno 10 cm e sigillati con malta di cemento.
- **Scarnitura profonda dei giunti murari.**
- **Lavaggio del muro.** Attraverso gli ugelli viene immessa acqua all'interno della muratura attraverso gli iniettori di rame in leggera pressione procedendo dall'alto verso il basso e controllando l'esistenza eventuale di vie di fuga che vanno sigillate. L'acqua, introdotta a leggera pressione, elimina i detriti più minuti e porta a saturazione la muratura ponendo le premesse per una buona maturazione della miscela iniettata, lasciandola fluida ed attenuandone il ritiro. Appare tuttavia evidente come tale operazione renda tale tecnica d'intervento fortemente invasiva per murature che presentino apparati decorativi di pregio.
- **Stilatura dei giunti** con malta di cemento e sabbia a grana grossa (o comunque con malta porosa).
- **Inserimento dei tubetti di iniezione filettati e loro fissaggio.**
- **Bagnatura, a più riprese, fino a saturazione.**
- **Iniezione.**

PLACCAGGIO CON TESSUTI O LAMINE IN MATERIALE FIBRORINFORZATO

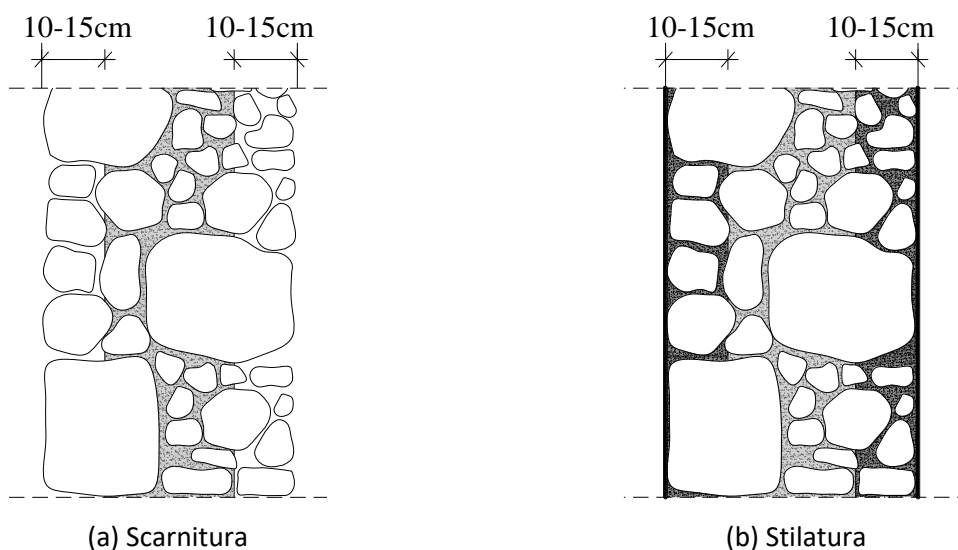


- a) **Rete** (griglia) a maglie quadrate bilanciata (0° , 90°) in fibra di vetro di qualità alcali-resistente (vetro A.R.);
- b) **Fazzoletto** in tessuto unidirezionale in fibre di acciaio ad alta resistenza di dimensioni 20x20 cm in corrispondenza del foro per l'alloggiamento del fiocco.
- c) **Malta** (matrice) premiscelata bicomponente ad elevata duttilità a base calce idraulica (NHL) ed ecopozzolana, bicomponente, rinforzata con l'aggiunta di fibre di vetro.
- d) **Fiocco-connettore** così realizzato avendo cura di lasciare il tratto rigido interno alla muratura e successiva impregnazione con stucco epossidica delle parti terminali sfioccate (apertura a raggera dei fili).

Modalità di esecuzione

- **Rimozione dell'intonaco esistente**, depolverizzazione delle superfici di intaglio e lavaggio con acqua a bassa pressione in guisa di avere le superfici umide prima dell'esecuzione delle fasi successive.
- **Foratura della parete per l'intero spessore**. Eseguire fori con interasse non superiore a 150 cm;
- **Applicazione di primo strato di malta** cementizia per uno spessore di circa 6 mm. Al di sopra del suddetto strato sarà applicata, in sequenza continua la rete di cui alla successiva fase.
- **Applicazione di rete a maglie quadrate** bilanciata (0° , 90°) in fibra di vetro di qualità alcali-resistente, apprettata allo scopo di migliorare la capacità fisicomeccaniche di aggrappo ed ingranamento con la matrice.
- **Applicazione di un secondo strato di malta** cementizia bicomponente per uno spessore di circa 6 mm sulla intera superficie sulla quale è stata applicata la rete in fibra di vetro.
- Ad asciugamento degli strati di malta precedentemente applicati, **applicazione di fazzoletto** in tessuto unidirezionale in fibre di acciaio ad alta resistenza di dimensioni 20x20 cm in corrispondenza della tasca per l'alloggiamento del fiocco;
- **Inserimento del fiocco** avendo cura di lasciare il tratto rigido interno alla muratura e successiva impregnazione con stucco epossidica delle parti terminali sfioccate (apertura a raggera dei fili).

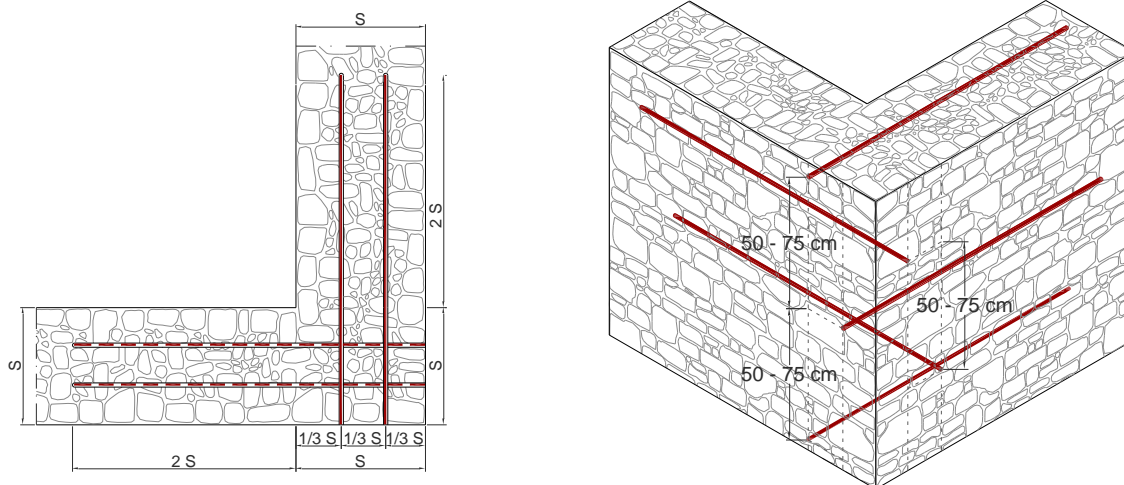
RISTILATURA DEI GIUNTI



Modalità di esecuzione

- **scarnitura profonda dei giunti** mediante raschietti a mano evitando l'uso di attrezzi meccanici e cercando di arrivare alla massima profondità possibile;
- **lavaggio** con acqua spruzzata a bassa pressione;
- **stilatura dei giunti** con malta a stabilità volumetrica compatibile con il supporto.

CUCITURE ARMATE



Modalità di esecuzione (tubo pultruso)

- 1) Esecuzione di fori (diametro massimo 30 mm) con trapano a rotazione;
- 2) Bagnatura dei fori fino a saturazione, l'operazione va effettuata 24 ore prima della fase di iniezione, in modo da eliminare polveri e detriti;
- 3) Posizionamento dei tubi all'interno dei fori con relativi ugelli di iniezioni;
- 4) Posizionamento dei tubicini di sfiato e successiva sigillatura dei fori con cemento a presa rapida;
- 5) Preparazione e successiva iniezione con pompa manuale di boiaccia a base di legante idraulico fillerizzato superfluido, esente da cemento, resistente ai sali, composto da calce ed Eco-Pozzolana, che una volta indurita possiede caratteristiche simili in termini di resistenza meccanica, modulo elastico e porosità delle malte impiegate originariamente nella costruzione degli edifici;
- 6) Rimozione dei bloccaggi e sigillatura dei fori con malta di allettamento.

INSERIMENTO CATENA ADERENTE IN ACCIAIO

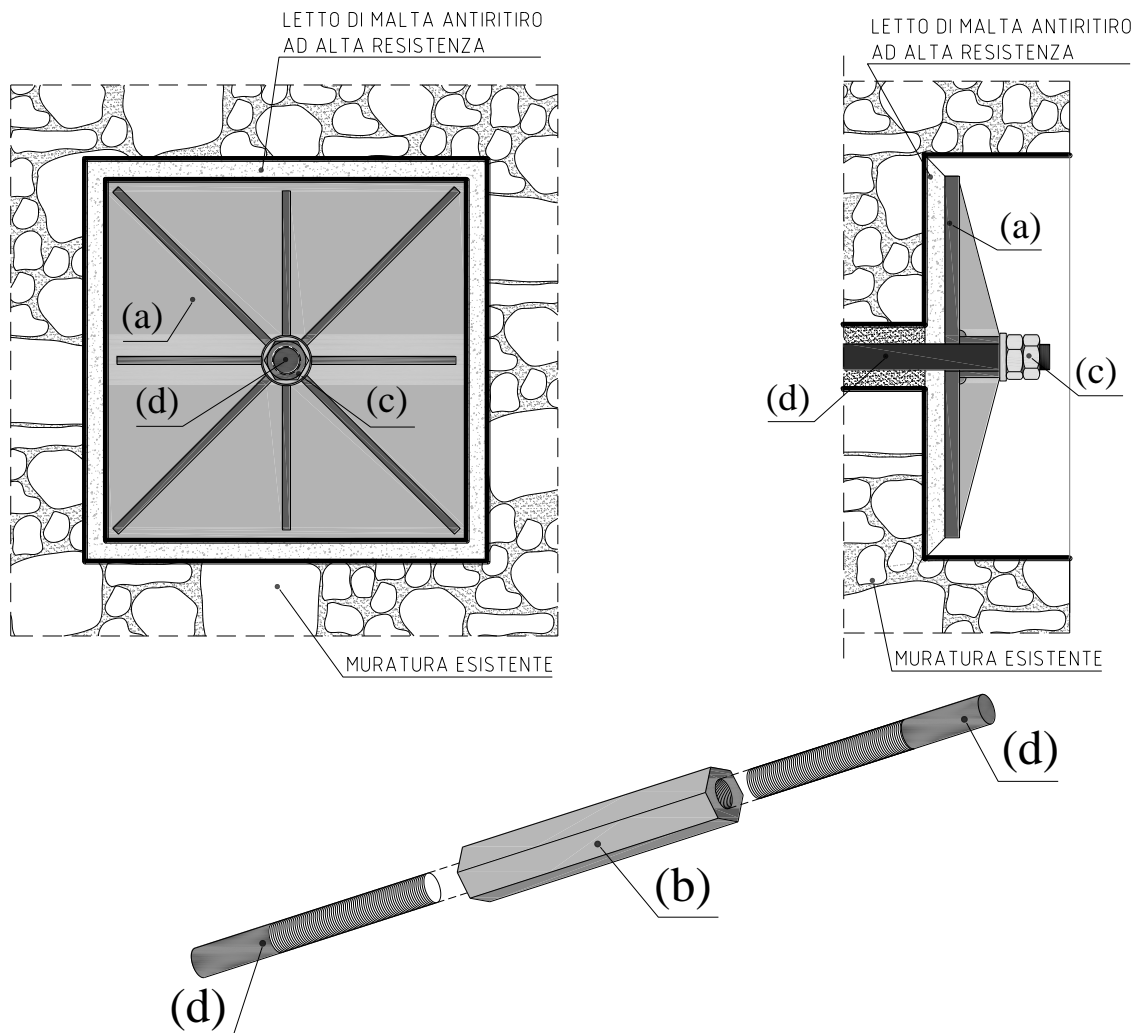


Figura 1. Particolari catene

a) organi di ritegno o capochiave del tipo:

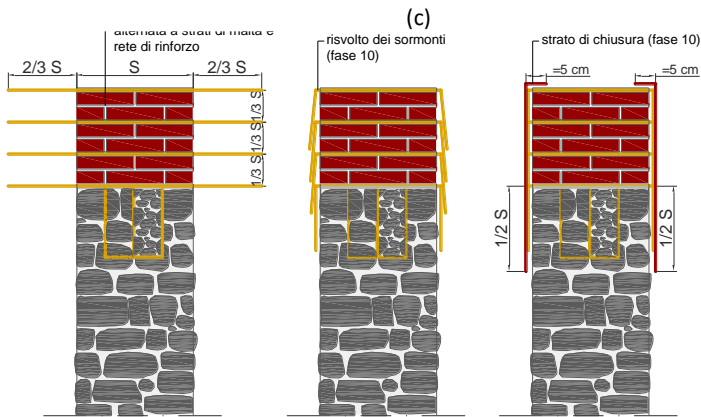
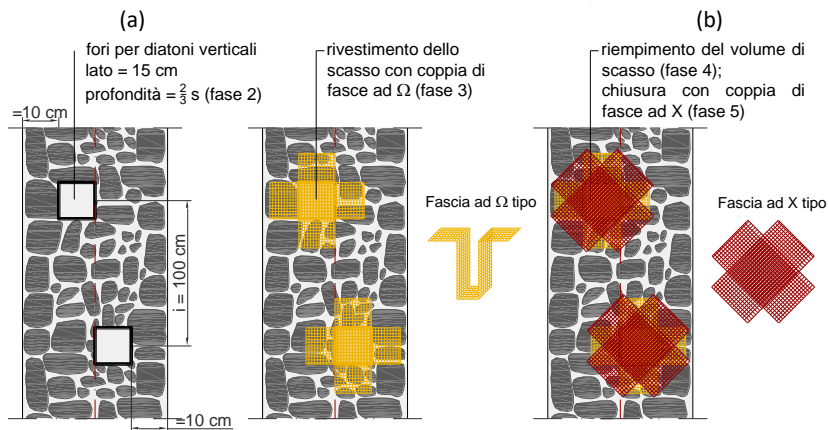
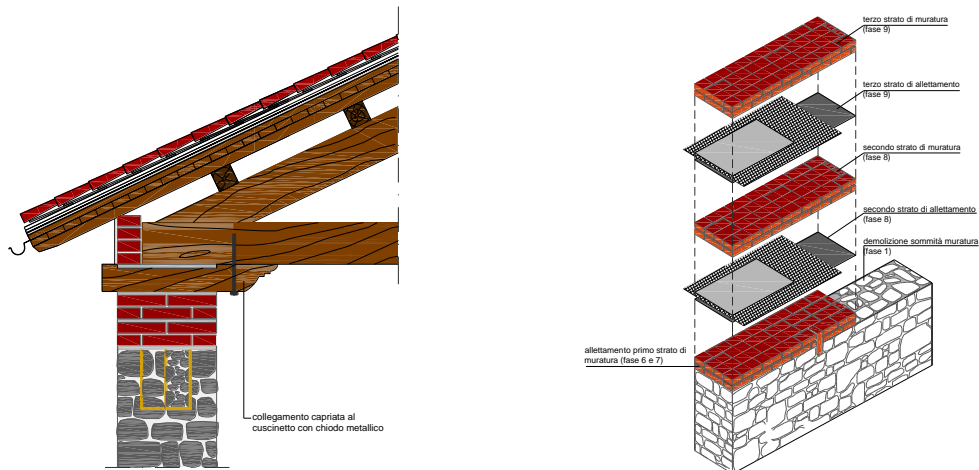
- piastre circolari, ellittiche o quadrate solitamente nervate radialmente in modo da aumentare la rigidezza flessionale. Il diametro o il lato è solitamente variabile tra 30 e 50 cm;
- paletti, che dovrebbero essere posizionati inclinati a 45° rispetto all'orizzontale in modo che il semipaletto inferiore agisca sul muro ortogonale. La lunghezza del paletto varia da 80 a 120 cm, misure inferiori possono comportare tensioni unitarie di contatto paletto-muro molto elevate. Eccessive lunghezze possono favorire gli effetti flessionali e, pertanto, lo spessore del paletto deve essere proporzionato alla lunghezza.

b) giunti di connessione: vengono adottati quando non sono disponibili barre di lunghezza particolare e possono essere del tipo a forchetta con spinotto, a manicotto a vite, a gabbia;

c) giunti di tensione del tipo a gabbia e a manicotto, a dado e vite impiegato per tiranti con organi di ritegno a piastra.

d) tiranti: possono essere realizzati da normali barre in acciaio per armatura, con profilati piatti o quadri, con trefoli in acciaio armonico.

CORDOLO IN MATERIALE COMPOSITO



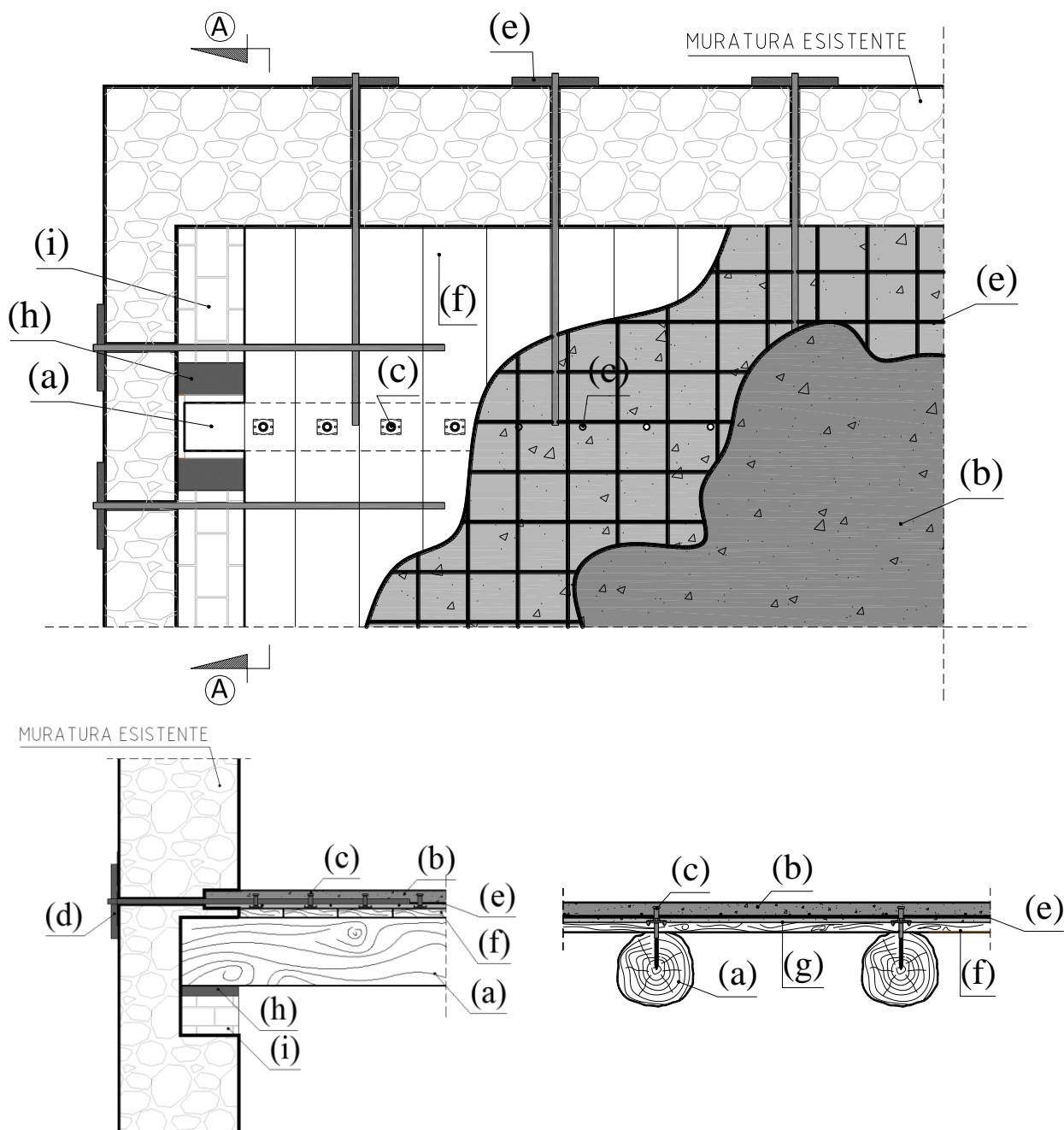
d)

Cordolo in muratura in GFRP: (a) Sezione, (b) Fasi realizzative, (c) Piante particolare inghisaggio muratura, (d) Sezioni particolare inghisaggio muratura

Modalità di esecuzione

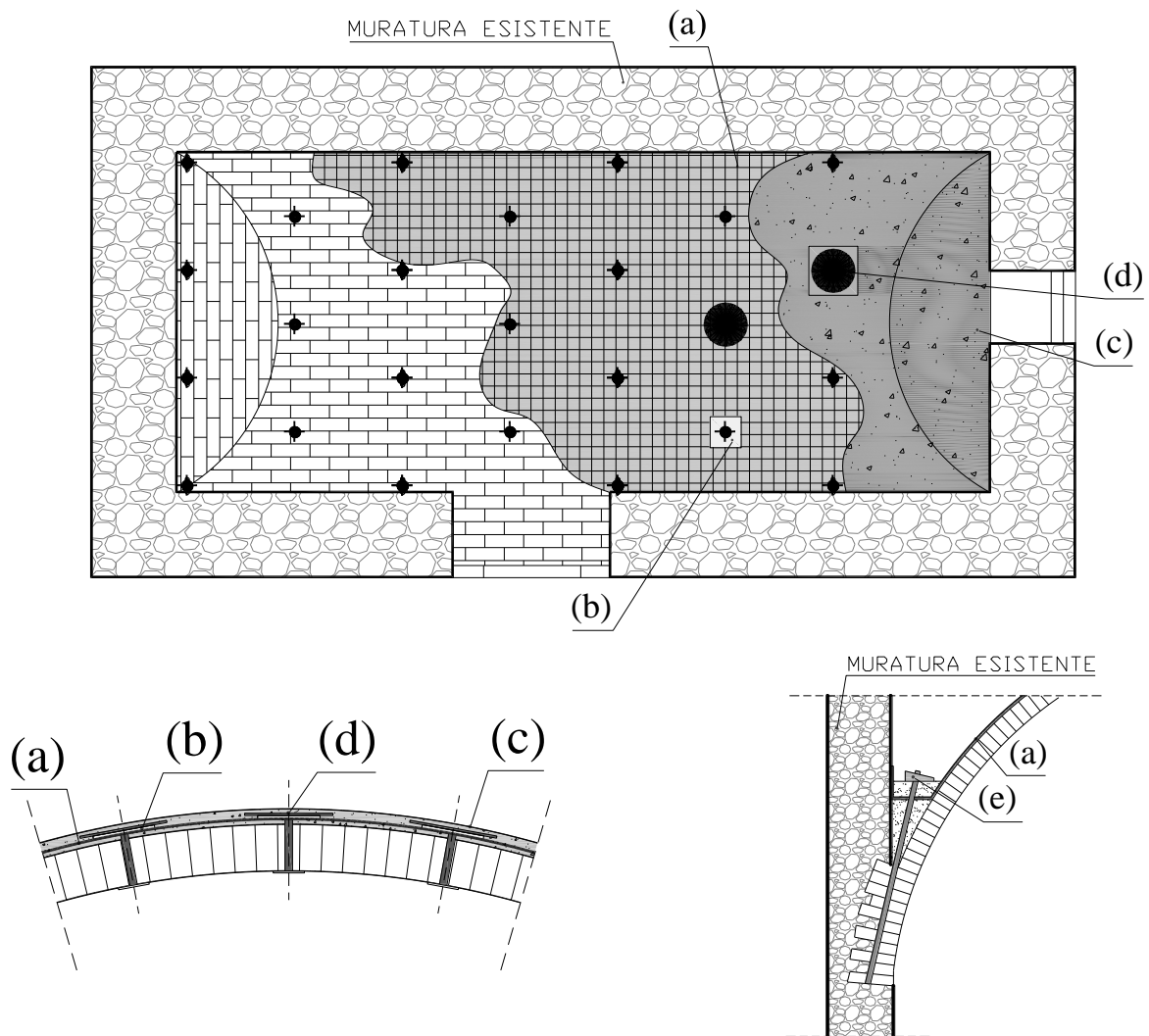
- 1) Demolizione parziale della zona sommitale della parete, per un'altezza pari a circa lo spessore della muratura, e regolarizzazione della superficie esposta post demolizione;
- 2) Esecuzione di scassi a quinconce per l'inserimento dei diatoni armati;
- 3) Regolarizzazione della superficie interna dello scasso con malta a base di calce e inserimento di due fasce ad Ω ;
- 4) Riempimento del volume di scasso (diatone armato) con materiale lapideo di recupero o similare, allettato con malta a base di calce;
- 5) Applicazione di due fasce sommitali poste ad X a chiusura del diatone allettata con malta a base cementizia.

ESEMPIO DI RINFORZO DI SOLAIO IN LEGNO



- a) travi in legno esistenti;
- b) soletta collaborante;
- c) connettore da fissare sulla trave;
- d) barra ϕ 20 Lunghezza = 100 cm passante sulla muratura e bloccata tramite piatto o capo chiave metallico, adeguatamente ancorata nella soletta o saldata alla rete;
- e) rete elettrosaldata ϕ 8 maglia 15 x 15 cm;
- f) tavolato o cassero in altri materiali;
- g) telo impermeabile;
- h) piatto in acciaio S275 dello spessore di 10 mm ;
- i) letto in mattoni pieni (dormiente).

ESEMPIO DI CONSOLIDAMENTO DI VOLTA



- a) Rete (griglia) a maglie quadrate bilanciata fibre diagonali in vetro, carbonio, basalto, etc..;**
b) Fazzoletto in tessuto unidirezionale in fibre di acciaio;
c) Malta (matrice) premiscelata;
d) Fiocco-connettore;
e) ancoraggio delle fibre alla muratura mediante barre in resina epossidica.

Modalità di esecuzione

- verifica dello spessore della muratura o eliminazione della spinta;
- puntellamento della struttura;
- rimozione del materiale di riempimento avendo particolare cura nel non perturbare la struttura voltata;
- forature per inserimento fiocchi;
- pulitura della superficie estradossale;
- applicazione di primo strato di malta cementizia;
- applicazione di rete a maglie quadrate bilanciata;
- applicazione di un secondo strato di malta cementizia;
- applicazione di fazzoletto in tessuto unidirezionale in fibre di acciaio;
- inserimento del fiocco;
- inserimento del connettore alla muratura perimetrale
- successivo riposizionamento del riempimento eseguito con cls leggero e argilla espansa.

CONNESSIONI TRA ELEMENTI LIGNEI DELLA CAPRIATA

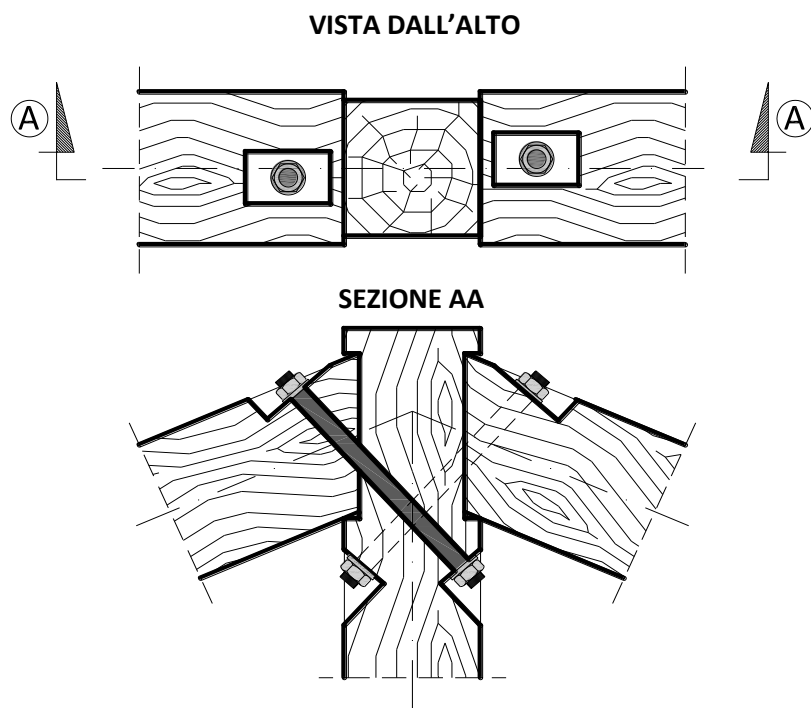


Figura 2. Particolare rinforzo collegamento tra monaco e puntone

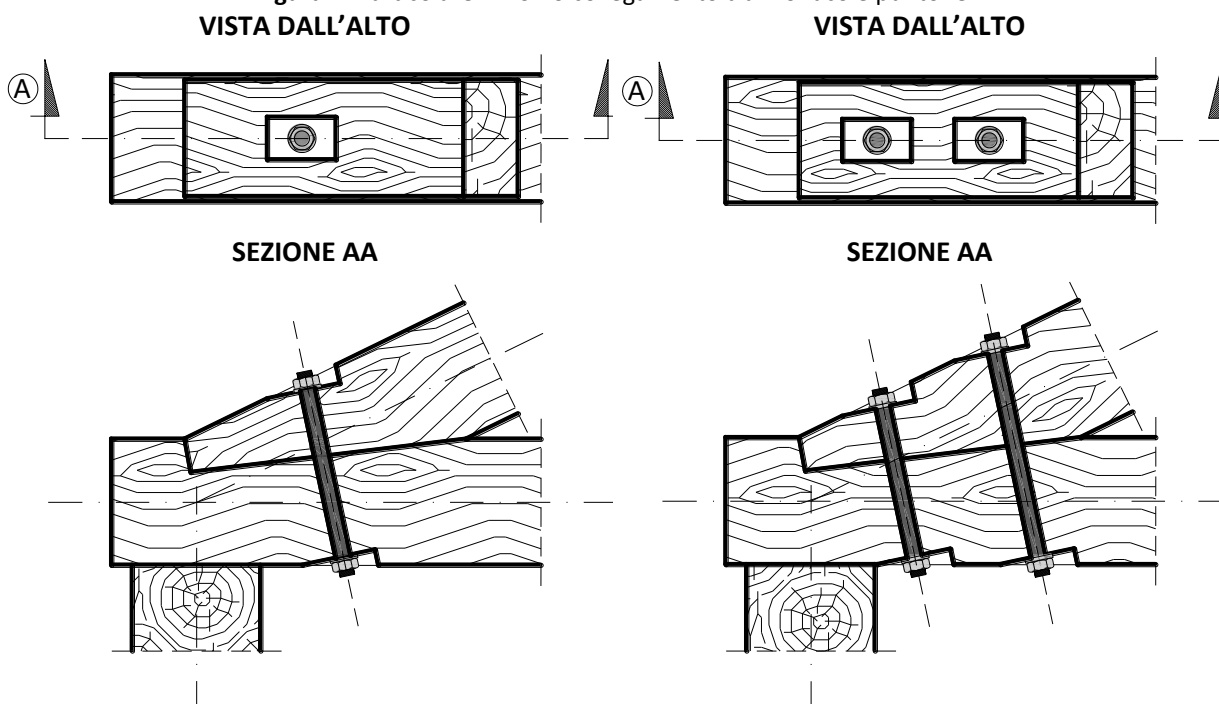


Figura 3. Particolare rinforzo collegamento ad un bullone tra catena e puntone

Figura 4. Particolare rinforzo collegamento a due bulloni tra catena e puntone

Nel caso dell'utilizzo di un bullone singolo il diametro deve essere relativamente elevato ($\Phi 20$ per una larghezza di 20 cm dell'elemento ligneo), mentre nel caso dell'utilizzo di due bulloni per il rinforzo del collegamento, si possono utilizzare diametri più modesti ($\Phi 12$ per una larghezza di 20 cm dell'elemento ligneo).

APPENDICE 2

INTERVENTI SUGLI ELEMENTI ARCHITETTONICI

COPERTURE

Manto di copertura

Nel rifacimento dei tetti è consigliabile la **conservazione** del **manto** originale effettuando la cernita degli elementi ancora sani in modo da riporli in opera ricostruendo il doppio strato ed eventualmente inserendo elementi nuovi nello strato inferiore e gli elementi recuperati in quello superiore. Nel caso in cui si debbano inserire strati coibentanti è auspicabile intervenire operando dall'intradosso della copertura.

È sempre consigliabile l'inserimento di sistemi per il corretto convogliamento delle acque meteoriche (grondaie e pluviali).

I seguenti interventi sono considerati incompatibili:

realizzazione di nuovi manti con tegole in cemento, in fibrocemento, con teli o elementi plastici, con laterizi di forme diverse da quelle tradizionali (coppi e marsigliesi);

- realizzazione di manti in lamiera grecate (se non come intervento provvisorio di presidio);
- trasformazione di tetti a falda in coperture piane;
- inserimento di lucernari o abbaini o altri elementi che interrompano la continuità delle falde (ad eccezione dei comignoli e di sfiati tecnici);
- realizzazione di nuovi sporti di gronda che superino gli sbalzi tradizionali;
- accorpamento di falde autonome in caso di recupero di due o più edifici contermini.

Comignoli, canne fumarie e torrini esalatori

È auspicabile la conservazione di tutti i comignoli caratterizzati da elementi architettonici e/o costruttivi attribuibili a modelli e tecniche della tradizione. Nel caso in cui il restauro conservativo non risulti attuabile (a causa di avanzato stato di degrado o danno), potrebbe essere consentita, previo attento studio dell'originale, la ricostruzione, mantenendo, in ogni caso, i caratteri morfologici originali, utilizzando materiali e tecnologie costruttive analoghe o, quantomeno, compatibili. Eventuali nuovi comignoli necessari per l'adeguamento abitativo della costruzione devono essere associati ad una sola canna fumaria ed avere preferibilmente pianta quadrata o rettangolare, rispettando le tecniche e tipologie costruttive della tradizione locale. Per il fusto di nuovi **camini** si consiglia l'uso di pietra o mattone a vista con giunti di **malta di calce aerea**, eventualmente idraulicizzata. Nel caso di costruzione ex-novo dovrebbe essere, di norma, preso in considerazione l'uso di modelli e materiali tradizionali da attingere all'abaco delle tipologie ricorrenti. L'eventuale strato di finitura ad intonaco di canne fumarie, torrini esalatori e comignoli, dovrebbe, in linea generale, essere dello stesso colore della facciata o del manto di copertura. Per quanto possibile, le canne fumarie andrebbero collocate ad una distanza dalla linea di gronda non inferiore alla rispettiva altezza emergente dalla falda. Nuove canne fumarie non andranno posizionate sui fronti principali, ma su facciate interne, comunque celate dalla via pubblica. Nel caso ciò non sia possibile, sono necessari opportuni accorgimenti per attutire l'impatto visivo.

Lucernari

Per ciò che attiene ai caratteri generali, si fa riferimento a quanto detto nel paragrafo precedente, relativamente ai comignoli. Eventuali variazioni dimensionali o di posizionamento dei lucernari, vanno concordate con gli Enti preposti, previa attestazione delle effettive esigenze funzionali. Per tutti i lucernari, come del resto per le finestre, sono categoricamente escluse superfici vetrate di tipo specchiante.

Aggetti di gronda e cornicioni

Per gli sporti di gronda sono consigliati interventi di restauro conservativo. Nel caso che ciò non risulti fattibile, si può procedere alla ricostruzione parziale o totale, utilizzando materiali simili agli originali, per dimensione, forma, composizione, colore e tecnologie costruttive tradizionali.

Dal punto di vista statico, in presenza di cornicioni molto aggettanti, bisognerebbe realizzare un adeguato collegamento alla muratura d'ambito, ove ciò non risulti realizzabile si potrebbe procedere alle eventuali integrazioni utilizzando materiali leggeri. Gli eventuali elementi in materiale lapideo (mensole, cornici etc.), che costituiscono gli aggetti di gronda, andrebbero conservati, utilizzando procedure proprie del restauro conservativo.

Canali di gronda e pluviali

Canali di gronda e pluviali possono essere realizzati con materiali tradizionali (in rame o, in lamiera zincata verniciata con colori riconducibili alla gamma dei bruni o dei grigi in attinenza con l'ambito cromatico del fabbricato). Nel caso di canali di gronda incassati dentro cornici aggettanti dal coronamento, possono essere ammessi anche materiali quali lamiera di acciaio zincata non verniciata, fogli di piombo o membrane bituminose sagomate in modo da adattarsi alle eventuali discontinuità delle strutture. Il posizionamento dei discendenti va studiato in relazione al valore storico-artistico del fabbricato. Essi dovrebbero, altresì, essere messi in opera seguendo una linea verticale all'estremità della facciata. In presenza di eventuali aggetti di cornici orizzontali o marcapiani, le pluviali dovrebbero rispettare l'integrità degli stessi e andrebbero modellate con sviluppo curvilineo, facendo attenzione a conservare l'assialità. Allo scopo di allontanare il flusso dell'acqua dalla costruzione, il piede della pluviale dovrebbe essere munito di apposito gomito.

Gattoni, mensole e balconi in ferro

Nel caso di gattoni, mensole e/o parapetti in ferro degradati, la scelta degli interventi da adoperarsi deve tenere conto di due aspetti: da un lato l'aspetto conservativo del manufatto (conservare quelle esistenti o rifarle ex-novo) cercando sempre di tutelare l'elemento architettonico e dall'altro quello legato all'**adeguamento sismico** e alla **sicurezza** della nuova struttura che gravemente ammalorata ha perso nel tempo la sua stabilità e andrebbe quindi adeguata alle **norme attuali**.

A fronte del dissesto irreversibile di una struttura esistente è forse preferibile ricorrere a nuove mensole a sostegno degli aggetti da collocare negli alloggiamenti di quelle preesistenti (siano queste state rimosse o già mancanti) tali mensole potranno riprendere i caratteri costruttivi di quelle originarie oppure staccarsene completamente al fine di evitare il cosiddetto "falso storico" che, soprattutto quando non realizzato bene, finisce per rivelarsi assolutamente inadatto.

Si sconsiglia l'uso del **cemento armato** o di **elementi prefabbricati in calcestruzzo** di cemento in quanto materiali non compatibili con la **tutela** degli edifici e del **paesaggio**. Sono da preferire i materiali usati tradizionalmente in questo tipo di manufatti oppure l'utilizzo di elementi metallici opportunamente lavorati e protetti dal pericolo dell'ossidazione o della corrosione.

Non sempre la sostituzione delle vecchie **mensole** è davvero necessaria, in taluni casi il precoce **degrado** di questi elementi è dovuto alla **scarsa impermeabilizzazione** del pavimento del balcone, all'assenza o al degrado di idonei sistemi di convogliamento e scarico delle acque (**gocciolatoi, foderine di piombo...**) e all'assenza di semplici quanto periodiche azioni di **manutenzione ordinaria** e **straordinaria** che sono indispensabili a garantire la certa durata del bene.

E' sempre consigliabile porre in opera **presidi di sicurezza** tesi a garantire la pubblica incolumità, specie nel caso in cui il balcone in questione dovesse prospettare su pubblica via (**puntellature** provvisorie), in seguito è bene accertarsi del grado di distacco della mensola dal muro e valutare caso per caso quale azione di consolidamento porre in atto per ripristinare le soluzioni di continuità che sono venute progressivamente a mancare: consolidamenti tramite l'uso di **miscele leganti**, armatura delle mensole mediante l'utilizzo di **barre in vetroresina** (adeguatamente dimensionate), inserimento di elementi di supporto a sostegno delle mensole esistenti (giusto per citare alcune possibili azioni di intervento).

PROSPETTI

Architettura della facciata

Qualunque intervento sulle facciate non dovrebbe compromettere il valore storico, architettonico, tipologico e documentario. Allorché il manufatto sia stato interessato da modifiche e alterazioni non compatibili, devono essere ammesse operazioni tali da ristabilire la composizione "originaria" o quantomeno quella storicizzata. La realizzazione di nuove aperture sul fronte esterno, la chiusura o variazioni di aperture esistenti, la costruzione di terrazzi e balconi ed ogni altra modifica che interessi la facciata, deve essere validamente giustificata. E' assolutamente vietato eseguire interventi di cui al punto precedente su edifici di particolare interesse storico, architettonico, tipologico e documentario vincolati ai sensi del D.Lgs. 42/04.

Superfici intonacate

Ogni intervento inerente alle superfici intonacate ha il fine di agevolare la conservazione del carattere e della finitura originaria degli intonaci tradizionali (solitamente a base di malta di calce), anche se non contemporanei al fabbricato, ma di antica fattura. Pertanto andrebbe vietata l'asportazione (scalcinatura o scrostatura) di ampie zone d'intonaco meritevoli di essere conservate, come testimonianza storica, cromatica e tecnologica. Le eventuali integrazioni che si dovessero rendere necessarie, a causa di notevole degrado, dovrebbero essere compiute con materiali, granulometrie e tecniche similari a quelle del rivestimento originario da mantenere. E' opportuno, nelle operazioni di manutenzione straordinaria o restauro, eseguire un'accurata analisi stratigrafica, prelevando le campionature in zone non "disturbate" quali i sottogronda o i sottodavanzale. In linea di massima, nella realizzazione dei nuovi intonaci in presenza di lacerti d'intonaco storico, bisognerebbe evitare l'effetto a "chiazze", cercando di realizzare una superficie matericamente e cromaticamente unitaria. I rivestimenti d'intonaco di particolare valenza storica, che mostrano fenomeni di distacco dal supporto murario, che rischiano di distaccarsi o di andare incontro a progressiva erosione e asportazione, dovrebbero essere consolidati mediante la riadesione di parti di intonaco distaccate dal supporto murario con iniezioni di miscele e prodotti leganti. Tali operazioni dovranno essere superficiali e profonde di singole porzioni o intere superfici di intonaco, soggette a fenomeni di erosione, decoesione sfarinamento e perdita di consistenza e materiale.

Per l'intervento di riadesione possono essere utilizzate resine epossidiche o acriliche, o altri prodotti disponibili sul mercato con analoghe caratteristiche. In alternativa possono essere impiegate boiacche di malta di calce aerea, eventualmente additate con anti-espansivi e anti ritiro per evitare che in fase di presa provochino ulteriori distacchi o che colmino completamente i vuoti presenti tra intonaco e muratura.

Per l'intervento di consolidamento possono essere usati materiali tradizionali, come il latte di calce o prodotti chimici come i silicati di etile, l'idrossido di bario, applicati a pennello, a spuzzo o a tampone.

Ai fini del presente argomento si puntualizza quanto segue:

- i materiali da utilizzare dovrebbero presentare sufficiente traspirabilità, così da garantire l'evaporazione dell'umidità accumulata nella muratura;
- le malte da mettere in opera dovrebbero essere costituite da legante tradizionale, quali grassello di calce aerea o calce idraulica naturale (in taluni casi può essere tollerato l'utilizzo di malta bastarda al posto di quella di calce), sabbia a grana media e fine ed altri inerti comunque naturali.

Può essere consentita la messa in opera d'intonaci che prevedano una colorazione propria, realizzata con l'ausilio d'inerti, come ad esempio, terre colorate. In presenza di umidità di risalita, per i soli piani terra, è consentito l'utilizzo d'intonaci deumidificanti (in ogni caso a base di calce idraulica naturale e grassello di calce); in alternativa possono essere ammesse zoccolature (di altezza massima di 1,00 m. dal piano viario) in intonaco rustico, caratterizzato da grana grossa. Nel corso di qualsiasi intervento di recupero o di manutenzione bisognerebbe conservare ogni particolare di corredo presente in facciata, che documenti l'evoluzione storica del fabbricato: vecchi numeri civici, targhe stradali, lapidi commemorative ed indicative, stemmi, ferri battuti, etc. Sarebbe opportuno procedere alla rimozione di zoccolature (marmo, pietra o altro materiale) aggiunte in tempi recenti al fabbricato e che appaiono chiaramente non pertinenti con l'impianto originario del fronte esterno. Laddove si rilevano lacune di fasce marcapiani o cornici (realizzate in intonaco) può essere ammessa la loro ricostruzione con materiali analoghi agli originari o quantomeno compatibili.

Superfici in pietra faccia a vista e rivestimenti di facciata

Tutte le facciate in pietra locale faccia a vista dovrebbero essere mantenute e conservate nei caratteri e nelle finiture originari, con particolare attenzione al tipo di fughe, di giunti e al trattamento delle superfici. Esse dovrebbero essere soggette a periodica manutenzione per prevenire o rallentare il degrado, nonché a restauri conservativi ogni qual volta le patologie di degrado si manifestino in misura non più controllabile con la semplice manutenzione. Gli interventi di manutenzione straordinaria e di restauro possono riguardare la pulitura, il consolidamento e la protezione dagli agenti atmosferici. Nelle opere da eseguire non vanno tralasciati gli elementi decorativi ed i particolari architettonici in materiale lapideo, fittile e quant'altro in origine a vista, che fa parte integrante del fronte esterno. Pertanto è fatto divieto d'intonacare o tinteggiare superfici faccia a vista, salvo documentati casi di preesistenze.

Pulitura di murature faccia a vista e intonaci

La pulitura si propone, principalmente, di rimuovere:

- le **patine biologiche** (previo trattamento biocida teso ad eliminare le colonie di microrganismi presenti);
- i **depositi superficiali** coerenti ed incoerenti, debolmente o saldamente ancorati ai supporti (polveri, guano, ecc.);
- gli **elementi estranei** ed incongrui dannosi per la conservazione dell'intonaco come fili elettrici, cavi inutilizzati, chiodi, perni, staffe, ecc.;
- gli **strati di coloritura** incongrui.

La **prima pulitura** può essere eseguita meccanicamente mediante l'ausilio di spazzole a pelo più o meno rigido, in base alla tenacia del deposito da rimuovere, raschietti, spatole o scope.

L'azione meccanica può essere coadiuvata con l'uso di acqua nebulizzata non diretta sulla superficie ma lasciata agire per ricaduta e ruscellamento indiretto, per ammorbidire le sostanze da rimuovere.

Per depositi più coesi ed aderenti al supporto si possono impiegare impacchi di **polpa di cellulosa** o di **argille assorbenti** che aumentano il tempo di contatto dell'acqua con i depositi e, ammorbidendoli, ne favoriscono la rimozione per via meccanica.

La neutralizzazione di patine biologiche può essere ottenuta mediante sostanze biocida a largo spettro, stese a spruzzo, a pennello o a tampone.

Chiodi e cavi dovrebbero essere rimossi manualmente, evitando danni al supporto, impiegando tenaglie, pinze o seghetti, prevedendo il trattamento antiossidante della parti lasciate in situ e l'eventuale stuccatura della loro testa.

Raccomandazioni

Ogni operazione di pulitura dovrebbe essere graduabile (controllando la sua intensità e la quantità di materia da rimuovere), selettiva (in modo da scegliere cosa asportare e cosa lasciare) e, soprattutto, non dannosa per il supporto.

Stuccatura di murature faccia a vista e di intonaci

Quando lo stato di conservazione delle connessure è tale da consentire la penetrazione di acqua nella muratura, così da compromettere la buona conservazione dell'organismo murario, oppure nel caso di presenza di vuoti, mancanze o lacune nello strato di intonaco esistente bisognerebbe operare una nuova stuccatura tramite l'utilizzo di malte a base di calce aerea compatibili con quelle della muratura sottostante e con l'intonaco esistente, prive di sali eventualmente additivate con idraulizzanti naturali e colorate in pasta con terre naturali.

Dovrebbero essere evitate malte idrauliche e a base cementizia e tinte plastiche e sintetiche, come quelle al quarzo, in quanto incompatibili con i materiali tradizionali, possono accelerare i fenomeni di degrado e sono caratterizzate da un precoce invecchiamento.

Tecniche e fasi operative

L'intervento prevede le seguenti fasi operative:

1. verifica dello strato di intonaco esistente ed eventuale intervento di preconsolidamento o di riadesione per le parti distaccate dal supporto.
2. verifica dello stato di conservazione del supporto murario in corrispondenza della lesione o della mancanza;
3. eventuali interventi di consolidamento puntuale o di sigillatura dei giunti della muratura e dei lembi delle porzioni di intonaco instabili;
4. pulitura con mezzi meccanici del supporto murario;
5. stesura del nuovo intonaco, in uno o più strati, in relazione allo spessore di quello esistente, eventualmente sotto o sopra squadro, previo consolidamento dei bordi della lacuna.

Raccomandazioni

Si raccomanda di verificare lo stato di conservazione dell'intonaco esistente, evitando rimozioni non necessarie, con mezzi ed azioni meccaniche che potrebbero distruggere le parti ancora stabili e sane.

Particolari architettonici e decorativi, elementi aggettanti in pietra naturale

Nel caso di particolari architettonici e di elementi lapidei aggettanti (quali cornici di finestre, capitelli, stemmi, etc.) che risultino ammalorati, è opportuno procedere anche al loro ripristino, mediante le operazioni già enunciate per le facciate, allo scopo di impedire il ristagno ed il conseguente assorbimento di acqua. Nei casi di cornici e cornicioni, che presentano irregolarità, bisognerebbe ricorrere alla protezione

delle superfici superiori, tramite lastre di piombo o di rame, appositamente sagomate e lavorate. Al fine di salvaguardare la vita umana è opportuno valutare efficaci interventi di collegamenti di tali elementi alle strutture principali.

Tinteggiature coloriture e decorazioni pittoriche

Tutte le testimonianze cromatiche del supporto intonacato, che si ricollegano alla tradizione storica, materico-cromatica e tecnologica del particolare contesto in cui si opera, andrebbero conservate con le tecniche del restauro, quali: pulitura, consolidamento ed eventuale protezione. Per tutte le parti esterne dei fabbricati, contraddistinte da una superficie di finitura ad intonaco, la tinteggiatura è da eseguire con tecniche, materiali e colori riconducibili alla tradizione storica locale.

Materiali e tecniche

Per le tinteggiature è raccomandato l'utilizzo di tecniche tradizionali, quali: la tinteggiatura stesa su intonaco fresco o semifresco e la tinteggiatura a calce stesa su intonaco asciutto. Sono sconsigliate le pitture lavabili (anche se traspiranti), le tecniche che utilizzano materiali a consistenza plastica e vernici al quarzo o a base di resine epossidiche, poliuretaniche o acriliche, in quanto non permeabili al vapore per le nuove tinteggiature devono essere terre minerali naturali oppure ossidi di derivazione chimica, a condizione che siano stabili nel tempo e riconducibili alla gamma cromatica tradizionale dell'architettura locale. In tutti i casi di ritinteggiatura andrebbe posta particolare attenzione alla preparazione del supporto che, se esistente, non deve essere in avanzato stato di degrado. Le eventuali tinteggiature esistenti e non compatibili con il supporto dovrebbero essere asportate e sostituite con quelle di tipo tradizionali (alla calce o ai silicati).

Colori e toni delle tinteggiature

Le superfici intonacate dovrebbero essere dipinte con colorazioni dedotte sia da tracce originali, ricavate a seguito di idonei saggi ed accurata analisi stratigrafica, sia dal reperimento di documentazione iconografica e/o archivistica, comprovante la presenza di coloriture storiche. In mancanza di tali riferimenti, i colori e i toni delle tinteggiature dovrebbero essere riconducibili a quelli ricorrenti all'epoca di costruzione dell'edificio o, comunque, appartenenti alla gamma cromatica naturale dell'architettura tradizionale locale.

Importante, in questo senso, è il ruolo delle indagini stratigrafiche, soprattutto sui beni vincolati. La campagna stratigrafica oltre a venire in aiuto sulle **superfici intonacate**, consentendo di risalire alla cronologia degli **intonaci** e delle **coloriture**, e **questo** può rivelarsi utile a stabilire la presenza di eventuali **parti aggiunte** alla struttura originale. I risultati di una campagna stratigrafica confluiscono, (che deve essere eseguita da un restauratore abilitato) tra le informazioni contenute nelle **schede di restauro** che egli deve redigere a fine lavori. Queste schede documentano le diverse **fasi del restauro** (dalla diagnostica a quella esecutiva) e sono indispensabili per poi procedere con l'istanza di **buon esito** alla Soprintendenza per il rilascio della **regolare esecuzione**. Negli interventi di manutenzione straordinaria o restauro di facciata, andrebbe operata la diversificazione cromatica tra: i particolari architettonico-decorativi aggettanti realizzati in intonaco sagomato (lesene, cornici, cornicioni, cimase, fasce marcapiano, zoccolature, bugne angolari, mensole, etc.), gli elementi tecnologici di dettaglio (canali di gronda, pluviali, doccioni, etc.), gli elementi tecno-morfologici caratterizzanti (infissi, serramenti oscuranti, inferriate, roste, etc.) e la superficie muraria. Si precisa che ogni intervento su un'unità edilizia dovrebbe sempre coniugare l'inscindibilità del rapporto manufatto-contesto.

Protezione esterna degli accessi (tettoie e ripari)

Le strutture originarie esistenti sono pressoché assenti. Quelle poche che conservano elementi architettonici e/o costruttivi attribuibili a modelli e tecniche della tradizione devono essere conservate. Quelle, invece, di epoca recente, non compatibili sia sotto il profilo tipologico che architettonico, dovrebbero essere eliminate ripristinando lo stato originario dei luoghi. Nel caso di costruzioni ex-novo si dovrebbero utilizzare modelli e materiali tradizionali da attingere all'abaco delle tipologie ricorrenti.

Serramenti oscuranti, finestre e porte-finestre

Gli interventi sulle facciate dovrebbero favorire la conservazione di tutti i serramenti d'oscuramento tradizionali. Quelli di fattura recente, se rispettosi della tradizione, andrebbero conservati, mentre gli altri, avulsi dal contesto, andrebbero rimossi. Nei piani terra, prospicienti la pubblica via, dovrebbe essere evitata la messa in opera di infissi che si aprono verso l'esterno. Nelle opere di manutenzione straordinaria e di restauro, che ovviamente coinvolgono tutti gli elementi che compongono la facciata, si dovrebbe prevedere la sostituzione di serramenti non idonei con tipologie compatibili con il linguaggio architettonico del fabbricato e conformi alle prescrizioni dettate dalle specifiche linee guida. Tutti gli elementi originari dovrebbero essere conservati e, laddove presentano segni di degrado, andrebbero accuratamente restaurati con trattamenti appropriati per il legno. Eventuali sostituzioni di infissi irrecuperabili, dovrebbero essere eseguite con nuovi elementi al fine di mantenere i caratteri morfologici tipici del luogo, utilizzando forme, lavorazione, materiali, colori e tecnologie costruttive analoghe o, quantomeno, compatibili con quelle della tradizione locale. La completa sostituzione degli infissi è una soluzione estrema, quando esiste ed è sano, è sempre preferibile mantenere il telaio esistente al fine di evitare eccessive manomissioni ai contorni dell'apertura. Se l'installazione di nuovi infissi risulta inevitabile, è importante rispettare le forme, le partizioni e le dimensioni degli infissi esistenti, possono essere usati materiali tradizionali, come il legno. Per gli scuri si consiglia di usare valvole in legno mascherate e stuccate, verniciate e trattate con mordente in modo che siano di colore scuro. Sono considerati interventi non compatibili, inoltre, l'uso di serramenti in alluminio anodizzato, in PVC o in altri materiali plastici sugli edifici storici che originariamente non presentavano tali tipologie di infissi, l'installazione di infissi con riquadri "all'inglese" dotati di guarnizioni di ottone; installazione di tapparelle, avvolgibili, serrande, saracinesche in alluminio anodizzato o acciaio zincato;

Gli infissi tinteggiati dovrebbero essere trattati, preferibilmente, con finitura a smalto opaco o semilucido. Inoltre, tutti gli elementi oscuranti della stessa unità edilizia dovrebbero avere la medesima tinta e tonalità. La salvaguardia formale e materica dovrebbe essere estesa anche alle ferramenta degli infissi (cardini, arpioni, bandinelle, squadrette, maniglie, cremonesi, spagnolette, chiavistelli, fermaimposta, etc.), che dovrebbero essere integrate o sostituite riproponendo i metalli, le forme e le lavorazioni tradizionali.

Porte e portoni

Nel caso di porte e portoni lignei ben conservati, è generalmente consigliabile la sola manutenzione. In caso di elementi degradati si potrebbe ricorrere alla parziale integrazione, fino ad arrivare, nell'ipotesi di degrado irreversibile, alla loro sostituzione con nuovi infissi, che ne ripropongano i caratteri formali (materiale, colore, finitura superficiale, etc.), così da non introdurre alcuna alterazione nella grammatica architettonica del fronte esterno. Difatti, è preferibile evitare, la messa in opera di scuri e portoni in legno decorati con trafori, rilievi o ferri battuti a vista. Nel caso di sostituzione di porte e portoni con infissi vetrati, è necessario, comunque, che la fattura risulti compatibile con l'impostazione architettonica della

facciata. La finitura superficiale per porte e portoni lignei dovrebbe essere o del tipo mordenzato con finitura a cera o del tipo tinteggiato con pittura opaca. Per quanto attiene alle aperture e alle vetrine espositive di esercizi commerciali, andrebbero esclusi infissi in PVC, alluminio anodizzato e altri materiali non compatibili con le caratteristiche del contesto. La tipologia e le tonalità della colorazione, andrebbero desunte dalle eventuali tracce originarie ancora presenti sulla superficie. In assenza di queste, si potrebbe attingere alla gamma cromatica della tradizione del luogo, selezionando la tonalità che meglio si armonizza con la tinteggiatura della facciata. Sopraluci, piccoli elementi di arredo come ferma-imposte, anelli, portastandardi, ferri battuti in genere, non andrebbero rimossi e per essi andrebbero previste solo operazioni di manutenzione e/o restauro. La parziale o totale sostituzione può essere consentita solo nel caso di documentata irrecuperabilità. In tal caso andrebbero impiegati: stesso materiale, stesse forme, stesse cromie, finiture superficiali e tecniche esecutive dell'elemento originale o quantomeno di modelli simili, estrapolati dall'abaco degli elementi tecno-morfologici caratterizzanti. La colorazione degli elementi in ferro dovrebbe essere al naturale, con verniciatura opaca di protezione oppure a corpo con piombaggine. In linea generale si potrebbe ammettere, previa attenta valutazione, la messa in opera di nuovi elementi in ferro, che, in ogni caso, non dovrebbero introdurre alterazioni nella composizione architettonica delle facciate.

Oggettistica di corredo al fronte esterno

Negli interventi di manutenzione straordinaria o restauro che coinvolgano la totalità della facciata, andrebbero rimossi tutti quegli elementi di corredo incongrui con i caratteri architettonico-decorativi del fabbricato e con il comparto urbano in cui il manufatto è localizzato.

Numeri civici

Per quanto riguarda i numeri civici, laddove ne esistano di tradizionali, questi andrebbero conservati. I nuovi elementi dovrebbero essere realizzati secondo la tradizione e i materiali locali, uniformandoli in tutto il Centro Storico. Dovrebbero essere evitate le piastrine in materiale plastico.

Insegne e targhe

Le insegne e le targhe pertinenti agli esercizi di particolare valore storico-architettonico dovrebbero essere conservate. Nel caso in cui l'esercizio cambi destinazione commerciale, l'insegna dovrebbe essere mantenuta sotto il profilo formale e cromatico, (dimensione, materiale, cromia e grafia). Tutte le insegne non consone alla facciata e quelle nuove andrebbero disposte unicamente nei vani di vetrine, porte e portoni di appartenenza all'attività commerciale interessata. Esse dovrebbero uniformarsi al linguaggio architettonico del fabbricato e, in ogni caso, non dovrebbero essere in aggetto. Nei casi in cui simile collocazione sia impedita dalla presenza di elementi di valore storico o tipologico (sovrapporta o lunette dotate di inferriata, o di altri elementi degni di tutela), potrebbe essere tollerata l'installazione di insegna sulla facciata, ricorrendo ad una soluzione progettuale conciliabile con l'elemento di pregio e previa approvazione degli enti preposti. Le insegne luminose dovrebbero avere, preferibilmente, una superficie illuminata con luce costante ed indiretta, per cui si sconsiglia l'utilizzo di luci intermittenti o a variazione di colore. Per quanto riguarda le targhe di arti e mestieri, esse dovrebbero trovare un'ubicazione coerente con la grammatica dell'edificio, senza celare o danneggiare eventuali elementi architettonici o decorativi. Di norma dovrebbero essere posizionate a ridosso della facciata, ai lati del portone, preferibilmente sopra la zona occupata dalla pulsantiera dei campanelli e dalle buche per le lettere. Per esse è consentito l'uso di materiali, quali: la pietra locale, l'ottone satinato, il bronzo e il vetro. Le dimensioni dovrebbero essere

contenute e, nel caso di più targhe sullo stesso prospetto, esse dovrebbero uniformarsi tra di loro per materiale, forma e colori ed essere accorpate.

Tende parasole

L'apposizione di tende parasole sui fronti esterni degli edifici dovrebbe necessariamente confrontarsi con l'assetto globale dell'intero fabbricato in cui essa insiste, rispettando le caratteristiche architettoniche e decorative. In linea di massima si possono tollerare esclusivamente al piano terra, in corrispondenza degli accessi e delle vetrine degli esercizi commerciali, che presentino effettivi e documentati problemi d'insolazione. Le tende non dovrebbero coprire o nascondere alla vista particolari di valore storico architettonico o tipologico, che caratterizzano la facciata (quali ad esempio gli stipiti, le cornici delle aperture, i sopraluce, etc.). E', pertanto, necessario che le tende siano allocate unicamente all'interno dei vani delimitati dalle cornici architettoniche, esenti da chiusure laterali. È preferibile evitare l'inserimento di tende a braccio telescopico su edifici tradizionali in pietra. Nel medesimo immobile, anche in presenza di più attività commerciali, le tende dovrebbero essere, il più possibile, uniformate per profilo, altezza da terra, sporgenza e materiale. I tendaggi dovrebbero presentare colorazioni uniformi e compatibili con l'assetto cromatico dell'intero fronte esterno o meglio dell'intero ambito urbano unitario.

Contenitori, distributori ed espositori

Dovrebbe essere evitata l'installazione ex novo di contenitori espositivi (ovvero bacheche informative e/o vetrinette di negozi), fatta eccezione per quelli informativi delle farmacie che, in ogni caso, devono essere uniformati tra di loro. I contenitori di distribuzione (bancomat, sigarette, dolciumi, etc.) potrebbero essere installati, previa presentazione di progetto degli enti preposti, a filo vetrina di un negozio o di una banca solo se rientrano in un progetto più ampio di un assetto globale di un'intera facciata. In ogni caso i materiali e le cromie dovrebbero armonizzarsi con il messaggio materico-cromatico del fabbricato.

IMPIANTI TECNOLOGICI DI COPERTURA E DI FACCIATA

Impianti tecnologici

Gli impianti tecnologici a vista, così come appaiono attualmente nel centro storico, sono elementi di disturbo e contribuiscono ad offrire un aspetto di degrado di tutto l'ambiente. Per la rivitalizzazione dei centri storici sarebbe necessario, quindi, che gli edifici fossero dotati di tutte le infrastrutture necessarie per un adeguato utilizzo degli stessi. Pertanto, tutte le installazioni d'impianti tecnologici dovrebbero rispettare la grammatica architettonica della facciata e introdurre nella medesima la minima alterazione possibile.

I contatori di tutte le reti dovrebbero essere alloggiati in vani disposti all'interno del manufatto architettonico, in modo da non coinvolgere il prospetto che si affaccia sulla pubblica via. Ove ciò non sia possibile, essi dovrebbero essere ubicati all'interno di una nicchia ricavata nella parete esterna, dimensionalmente circoscritta alle reali necessità, evitando in ogni caso di ridurre la sezione resistente dei maschi murari. La struttura di tale vano dovrebbe consentire allo sportello di chiusura di allinearsi al filo della facciata. Il pannello di chiusura dovrebbe presentare materiale, forma e colore che si armonizzino con il contesto architettonico, in modo da creare la minore alterazione possibile.

Antenne e parabole

Simili installazioni dovrebbero considerarsi esclusivamente sulla copertura dei fabbricati, possibilmente sulla falda interna. Ove ciò non sia possibile esse andrebbero posizionate ad una distanza dalla linea di

gronda, antistante la via pubblica, non minore della propria altezza emergente dal tetto, in ogni caso, in modo da non essere visibile dalla strada. Andrebbero vietate le discese delle antenne mediante cavi esterni. Tali cavi possono essere collocati all'interno dell'edificio e, dove ciò non sia possibile, dovrebbero essere disposti seguendo le modalità individuate per i cavi elettrici e telefonici.

La collocazione di antenne paraboliche dovrebbe essere valutata e ponderata anche attraverso documentazione fotografica e coni ottici, così da poter valutare il grado d'incidenza sull'immagine del fabbricato. La loro installazione potrebbe essere valutata preliminarmente in giardini o cortili interni, per consentire un minore impatto visivo.

Impianti di condizionamento e simili

Impianti tecnologici a vista, quali pompe di calore, unità moto-condensanti e simili, non dovrebbero essere apposti sulle facciate adiacenti alla pubblica via o, in ogni caso, da essa visibili. Simili installazioni potrebbero essere ammesse solo sui prospetti interni e sulle eventuali coperture a terrazzo, opportunamente mascherate.

Campanelli, citofoni e videocitofoni

I campanelli, i citofoni, i videocitofoni e le pulsantiere dovrebbero essere apposti negli sguanci al lato del portone d'ingresso. Ogni qualvolta ciò non sia possibile, andrebbero installati in facciata, sul lato destro del portone, in posizione tale da non danneggiare eventuali apparati architettonici e decorativi. La pulsantiera dovrebbe essere unica e contenere tutti i campanelli delle unità abitative. Queste apparecchiature dovrebbero essere realizzate utilizzando materiali propri della tradizione (ottone, bronzo, pietra locale, etc.), in modo da non costituire elemento discordante. Sono banditi apparecchi con finitura superficiale in alluminio o in materiale plastico.