

Esempi di buone pratiche architettoniche per il riuso e il progetto ex novo in ambito residenziale, turistico, rurale. Riqualificazione energetica e integrazione impianti.

*Original*

Esempi di buone pratiche architettoniche per il riuso e il progetto ex novo in ambito residenziale, turistico, rurale. Riqualificazione energetica e integrazione impianti. Adeguamento sismico. Accessibilità / DE ROSSI, Antonio; Durbiano, Giovanni; Pipione, Marco - In: Progettare nelle Terre Occitane. Manuale per il recupero del patrimonio architettonico rurale e del paesaggioELETTRONICO. - Caraglio : GAL Tradizione delle Terre Occitane, 2021. - ISBN 9788894529104. - pp. 237-341

*Availability:*

This version is available at: 11583/2995153 since: 2024-12-10T15:04:07Z

*Publisher:*

GAL Tradizione delle Terre Occitane

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)



## FOTOVOLTAICO – SOLARE TERMICO

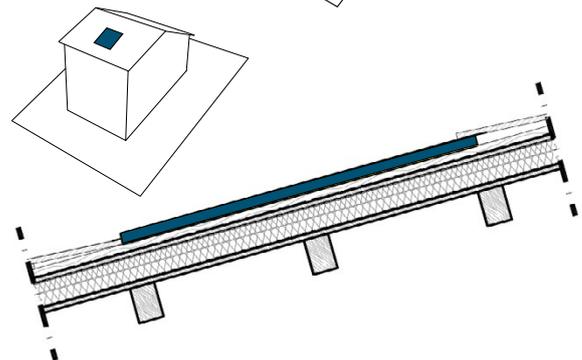
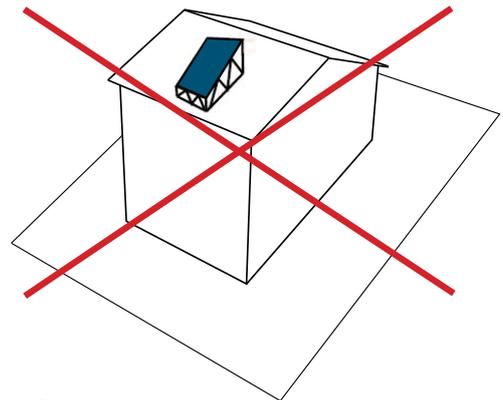
Gli inserimenti in copertura di collettori termici o, in alternativa, di pannelli fotovoltaici – pur se estremamente differenti sotto i profili tecnico-impiantistico, economico, prestazionale ecc. – presentano per molti versi problematiche analoghe da un punto di vista architettonico.

Le principali problematiche morfologiche riguardano:

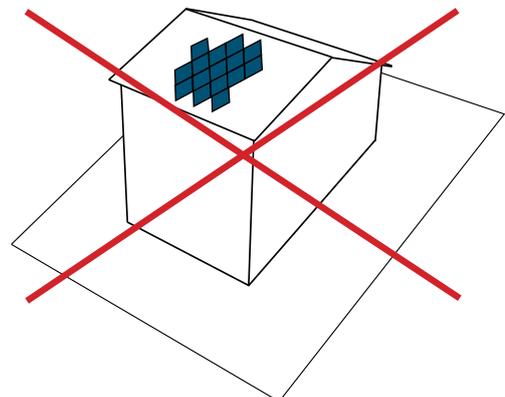
- l'orientamento dei pannelli, la cui scelta è spesso conflittuale tra la volontà di utilizzare l'esposizione ottimale e la necessità di mantenere l'elemento complanare alla falda del tetto;
- l'accostamento tra i pannelli e il materiale di cui essi sono composti, che veicola indubbiamente in ogni caso un'immagine fortemente contrastante con i linguaggi storici dell'architettura locale.

Al di là delle declinazioni specifiche e delle cogenze normative, si può suggerire, che, in linea generale:

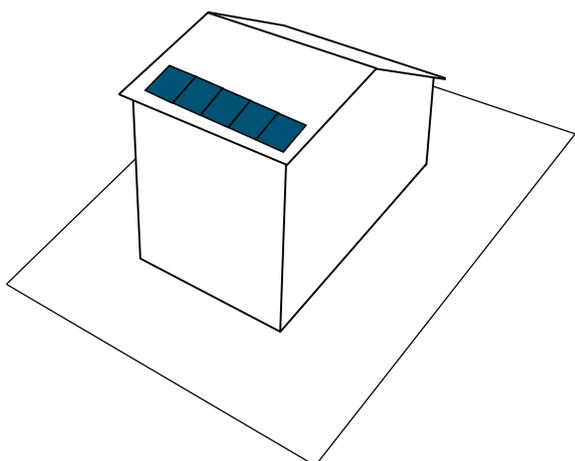
- il pannello venga necessariamente installato parallelo alla falda del tetto, evitando sottostrutture che modifichino l'inclinazione originaria del tetto;
- è preferibile prevedere pannelli integrati e complanari, in sostituzione parziale del manto di copertura;



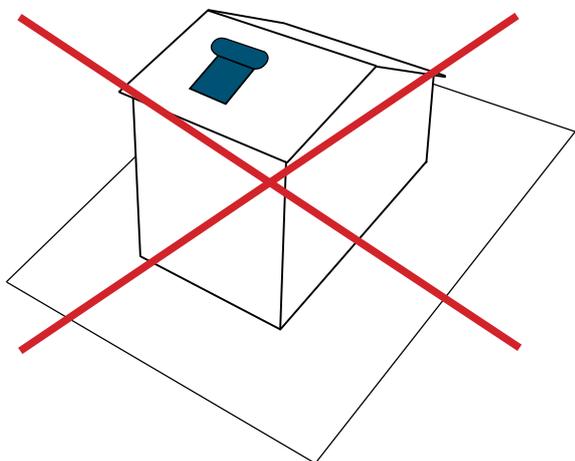
- soluzioni di integrazione di moduli fotovoltaici nel manto di copertura tradizionale, come le cosiddette lose fotovoltaiche o soluzioni simili, sono da considerare estranee e incompatibili con l'architettura rurale tradizionale e pertanto preferibilmente da evitare.



- viceversa, la realizzazione di falde interamente ricoperte da pannelli fotovoltaici integrati (anche lose fotovoltaiche), che danno vita ad una copertura tecnologica, è una buona pratica costruttiva;
- per la sistemazione dei pannelli sulle falde è preferibile la configurazione a geometrie semplici (fasce verticali o orizzontali) ed evitare il rivestimento di più di un terzo della fascia;



- è del tutto sconsigliabile l'uso in copertura di pannelli solari a circolazione naturale (dotati di serbatoio esterno).



A causa della grande distanza tra l'immagine tecnologica dei pannelli e quella dell'architettura tradizionale – è preferibile utilizzare queste tecnologie su edifici contemporanei o già rimaneggiati, cogliendo eventualmente l'occasione dell'intervento per riscrivere una parte del linguaggio architettonico dell'intero edificio.



## SERRAMENTI

La sostituzione dei serramenti è uno degli interventi maggiormente frequenti e consigliabili, dal momento che, unitamente all'intervento di cappotto interno o esterno, consente di incidere in maniera significativa sui consumi energetici del fabbricato.

Nell'edilizia di matrice rurale o comunque storicamente consolidata la sostituzione dei serramenti pone sempre il problema del confronto con le tipologie e le geometrie dei serramenti originari, in alcuni casi tale problema è inoltre accentuato dalla necessità di adeguare le dimensioni delle aperture agli attuali requisiti di legge.

Come criterio generale, rimandando per le declinazioni specifiche al progetto, è opportuno in questi casi riprodurre il più possibile gli schemi originari, valutando anche la possibilità di mantenere i serramenti esistenti ed affiancare ad essi nuovi serramenti interni.

Per quanto riguarda l'edilizia recente le possibilità sono sicuramente più ampie; vanno in

ogni caso evitate soluzioni estranee alle logiche costruttive locali (serramenti ad arco, con piattabanda inclinata ecc.).

Nella scelta dei materiali è bene privilegiare il legno o le combinazioni legno – metallo (con legno a vista). Sono ammissibili sull'edilizia contemporanea serramenti in metallo; sono da evitare in questi contesti serramenti in PVC o alluminio anodizzato, così come vetri specchianti.



## SERRE

La realizzazione di serre bioclimatiche addossate all'edificio può costituire, oltre ad un efficace miglioramento delle prestazioni energetiche, anche un'occasione di ridefinizione complessiva della sua immagine architettonica. Per le scelte tecnologiche e costruttive che esse comportano, le serre addossate richiedono generalmente di essere inserite in una logica di ripensamento complessivo dell'edificio.

Le facciate potenzialmente interessate dall'operazione sono quelle comprese nell'arco sud-est sud-ovest e le ricadute architettoniche dell'operazione sono tendenzialmente differenti a seconda della tipologia di accumulo e distribuzione del calore.

- Serre a guadagno diretto: il volume della serra è posto in continuità con la restante parte degli ambienti da riscaldare; la serra diviene a tutti gli effetti un'estensione dello spazio interno.

- Serre a guadagno indiretto: l'energia termica viene immagazzinata da un elemento accumulatore (facente parte dell'involucro nel primo caso o indipendente nel secondo), il quale cede poi il calore agli altri ambienti attraverso convezione o irraggiamento; in questo caso la serra tende a diventare un ambiente a sé, più assimilabile ad uno spazio di mediazione tra interno ed esterno.



## VARIAZIONE TIPOLOGICA/GEOMETRICA

Tutte o alcune delle operazioni descritte in precedenza possono essere utilmente combinate nei casi i cui l'edificio sia soggetto a rilevanti variazioni tipologiche, distributive o relative alla propria articolazione volumetrica.

È importante sottolineare che tali trasformazioni acquisiscono un particolare valore nel momento in cui la variazione non è rispondente semplicemente a logiche di valorizzazione immobiliare, ma sfrutta l'opportunità di intervento per conseguire miglioramenti sia sulle prestazioni energetiche (attraverso le azioni specifiche sull'involucro), sia sugli aspetti morfologici e linguistici dell'edificio (consentendo di porre in atto una riorganizzazione delle sue caratteristiche architettoniche).

In questo senso, pertanto, l'eventuale incremento volumetrico conseguito nell'operazione può essere visto come un "premio di cubatura" che – seguendo la logica di strumenti già

sperimentati sul territorio nazionale e regionale (ad es. la recente L.R. Piemonte n. 16/2018) potrebbe portare le Amministrazioni locali a premiare comportamenti virtuosi non soltanto sotto il profilo del miglioramento energetico, anche da quello della riqualificazione architettonica.

### 5.1.3 Miglioramento dell'efficienza e del rendimento degli impianti

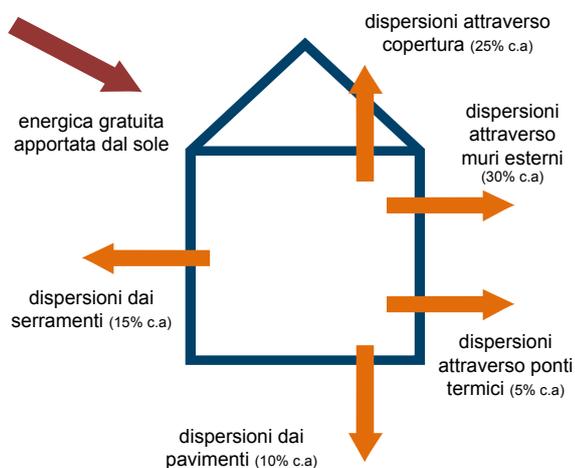
Nel recupero edilizio assumono particolare valenza, oltre agli interventi di tipo "passivo" legati alla riduzione del fabbisogno energetico, anche gli interventi impiantistici che riguardano la produzione di energia, che tendono a spostare il fabbisogno primario di energia dai combustibili tradizionali fossili a fonti di energia rinnovabile.

Nel rispetto della normativa vigente, la scelta delle soluzioni tecnologiche dipende non solo dal tipo di edificio, ma anche dal contesto in cui è inserito e dalla presenza o meno di reti di distribuzione di energia.

Particolare importanza, inoltre, assumono le soluzioni tecnologiche e impiantistiche che utilizzano fonti energetiche rinnovabili disponibili in loco, come l'energia solare e quella prodotta a partire da biomassa.

I principali interventi che comportano un utilizzo efficiente dell'energia rinnovabile a livello civile sono legati alle fonti:

- solare termico e fotovoltaico
- biomasse
- geotermia.



*Dispersioni medie per un edificio tradizionale*

## SOLARE TERMICO E FOTOVOLTAICO

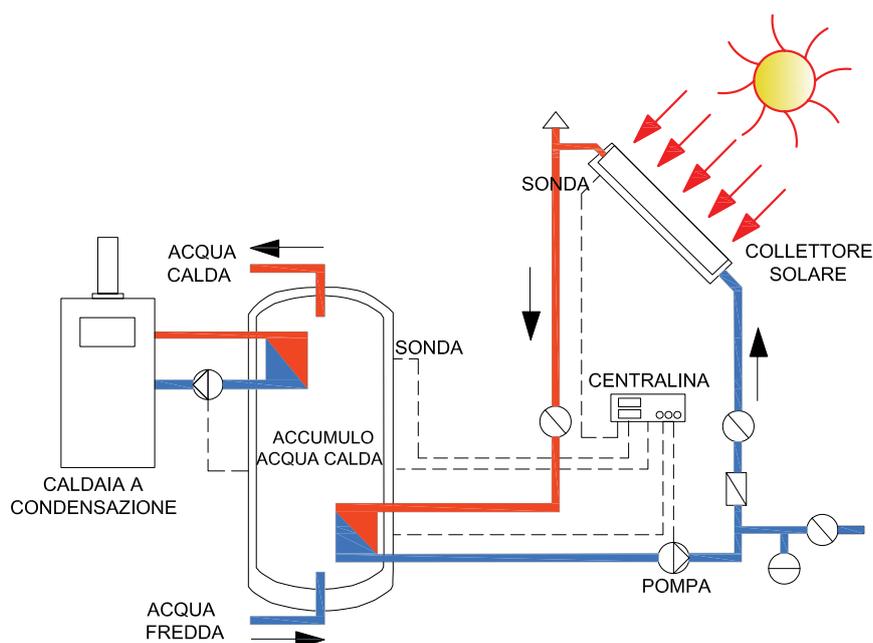
I sistemi impiantistici che utilizzano l'energia solare per la produzione di energia termica o elettrica sono riconducibili principalmente ai collettori solari termici, utilizzati per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento e alle diverse tipologie di pannelli fotovoltaici. Le problematiche relative all'inserimento di tali elementi nelle coperture degli edifici tradizionali e caratterizzanti il paesaggio alpino sono già state trattate nel paragrafo precedente.

Sia il sistema del solare termico che quello del solare fotovoltaico soffrono per loro natura di discontinuità nella produzione di energia dovuta al naturale ciclo giorno/notte e alle condizioni meteorologiche; inoltre soffrono di una differente collocazione temporale della produzione rispetto al consumo, ovvero la maggior parte della produzione si ha nelle ore diurne mentre il riscaldamento domestico ha le punte di richiesta nelle ore di prima mattina e serali. Questo

ne richiede l'accoppiamento con un sistema di accumulo efficiente.

Per quanto riguarda il solare termico gli accumuli termici non sono generalmente di complessa realizzazione e hanno permesso uno sviluppo più rapido di tale tecnologia, applicabile anche in caso di edifici isolati e scollegati da reti di approvvigionamento energetico.

Il costo specifico e la complessità degli accumulatori elettrici ha per anni ritardato lo sviluppo del solare fotovoltaico a livello domestico in generale e in quegli edifici scollegati dalla rete di distribuzione. Solo recentemente sono stati messi in commercio sistemi fotovoltaici con sistemi di accumulo affidabili e integrati che hanno portato a prevedere un utilizzo del solare fotovoltaico anche come fonte energetica per il riscaldamento ambientale attraverso la conversione in energia termica mediante un ciclo termodinamico all'interno di una pompa di calore.



Schema impianto solare termico

## BIOMASSE

I sistemi impiantistici per il riscaldamento e la produzione di acqua calda alimentati da biomasse, principalmente legnosa (pellet, ciocchi e cippato), sono sempre più diffusi anche per i costi relativamente contenuti del combustibile.

Le biomasse sono considerate fonti rinnovabili di energia in quanto “neutrali” dal punto di vista dell’immissione di gas ad effetto serra nell’atmosfera (“carbon neutral”).

Le biomasse di origine vegetale fanno infatti parte di un ciclo di assorbimento di anidride carbonica da parte della pianta che viene reimmeso in atmosfera.

Va comunque rimarcato come nel valutare l’impatto della biomassa sulle emissioni di gas serra vada considerata tutta la filiera di approvvigionamento della biomassa stessa valutando non solo la materia prima ma anche il suo trasporto dalla coltivazione all’utenza finale.

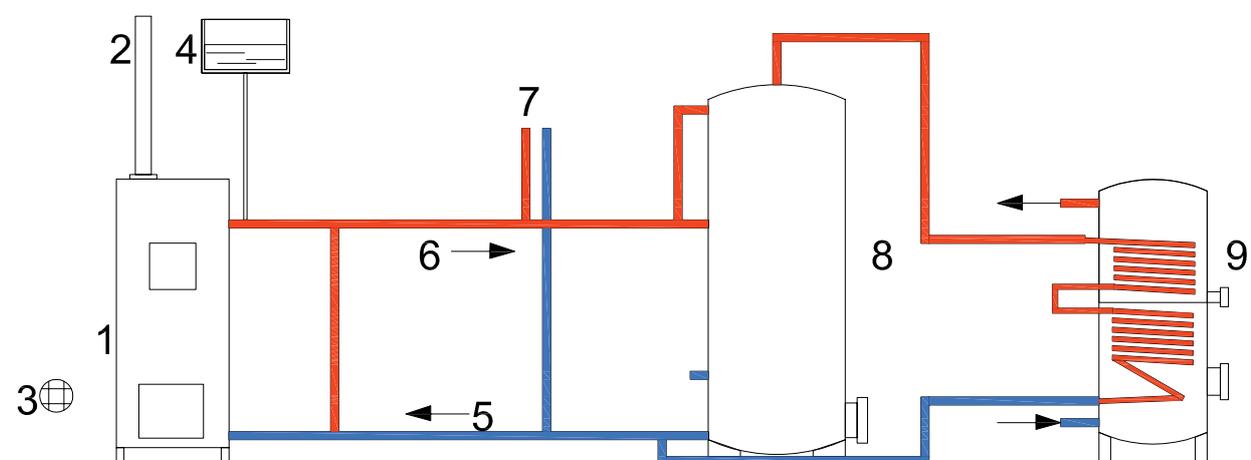
Le caldaie si differenziano in funzione del tipo di combustibile e delle dimensioni degli edifici cui sono asservite.

### *Pellet*

L’impiego di pellet – legno di scarto essiccato e pressato forma di piccoli cilindri con un potere calorifico piuttosto elevato – oltre al locale tecnico realizzato secondo normativa in funzione della potenza della caldaia, richiede generalmente uno spazio adeguato per lo stoccaggio del combustibile che, nel caso di caldaie di potenza non troppo elevata, può essere integrato nel generatore di calore e posizionato sopra la camera di combustione.

Per il riscaldamento di singole unità abitative si possono efficacemente utilizzare tradizionali caldaie alimentate con ciocchi di legno.

*Schema impianto termico con caldaia a legna*



1. caldaia a legna; 2. canna fumaria; 3. presa aria esterna; 4. vaso di espansione aperto; 5. acqua fredda; 6. acqua calda; 7. impianto riscaldamento utenza; 8. accumulatore di calore; 9. bollitore sanitario

### *Cippato*

Per il riscaldamento di edifici di medie dimensioni possono essere efficaci sistemi alimentati con cippato, materiale legnoso di scarto sminuzzato derivante generalmente dall'attività di gestione boschiva o dalla lavorazione delle segherie. Le caldaie a legna possono essere eventualmente integrate con un accumulatore, che permette di migliorare il funzionamento e l'efficienza dell'impianto assicurando l'apporto di acqua in temperatura da utilizzare a caldaia spenta, e con un bollitore per l'acqua calda a uso sanitario.

### **GEOTERMIA**

Un sistema di produzione di energia pulita in crescente diffusione è rappresentato dai cosiddetti sistemi geotermici, che utilizzano pompe di calore che disperdono o accumulano calore scambiandolo con il sottosuolo.

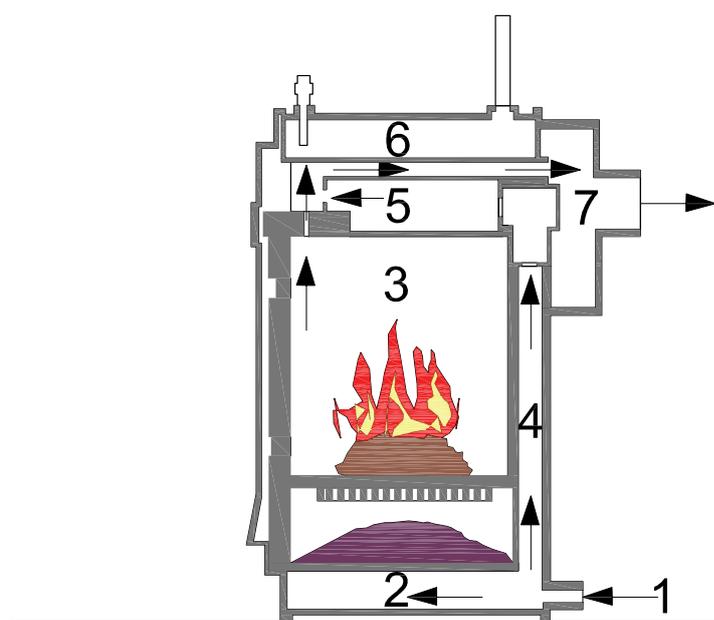
Rispetto all'atmosfera (scambiatore utilizzato dalle pompe di calore ad aria), la temperatura

del suolo ad una certa profondità subisce variazioni annuali molto più contenute: ad esempio già ad una profondità di 5–10 m la temperatura del suolo risulta essere quasi costante durante tutto l'anno e contenuta, nelle zone del Nord-Italia generalmente tra 12 e 16 gradi centigradi. Questo significa disporre di una sorgente calda durante l'inverno e di una fresca durante l'estate.

In crescente sviluppo sono gli impianti geotermici di piccola taglia che possono produrre energia termica per l'acqua calda sanitaria e per la climatizzazione degli edifici.

Due sono i principali tipi di impianti geotermici:

- a sonde orizzontali: in questo caso non sono necessarie profondità elevate ma una considerevole estensione di terreno disponibile;
- a sonde verticali: in questo caso le profondità da raggiungere possono essere anche elevate.



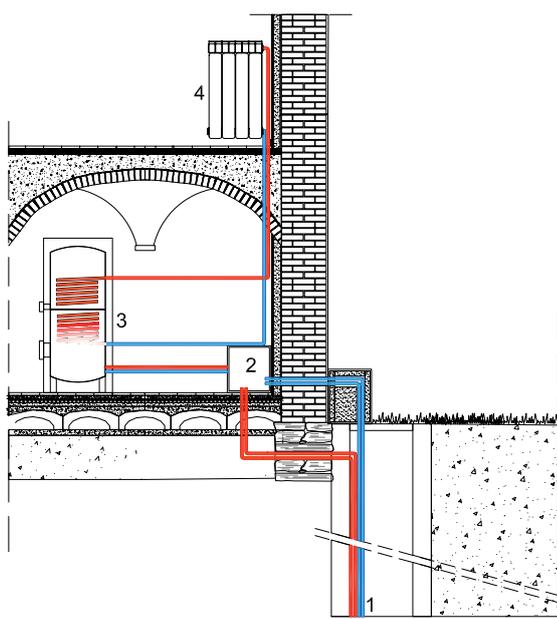
*Schema caldaia a legna integrata con la tecnologia di post-combustione:*

1. aria esterna
2. aria primaria
3. camera di combustione primaria
4. aria di post-combustione
5. post-combustione
6. serbatoio acqua
7. scarico fumi

La scelta del sistema geotermico da adottare dipende dal tipo di terreno, dalla presenza di falde e dall'estensione di terreno a disposizione.

Come per le altre fonti rinnovabili, anche nel caso della geotermia i costi di installazione dell'impianto sono molto maggiori, rispetto alle soluzioni convenzionali, tuttavia i minori costi di mantenimento permettono un recupero dell'investimento in tempi inferiori a 10 anni, con una vita dell'impianto non inferiore a 25 anni.

Nel caso di geotermia a bassa entalpia è necessario disporre di una stima delle potenzialità dello sfruttamento del sottosuolo attraverso tecniche di indagine, ad esempio basate su considerazioni geologiche e valutazioni sperimentali sulle temperature di pozzi ecc. che contribuiscono alla definizione di atlanti di classificazione geotermica e definiscono le migliori condizioni di sfruttamento.



Schema impianto geotermico

Mentre la geotermia a bassa entalpia è particolarmente sconsigliata nell'edificato denso (difficile installazione delle sonde geotermiche e rischio di interferenze tra impianti troppo vicini) essa è particolarmente indicata per le abitazioni isolate.

#### ALTRE FONTI DI ENERGIA

Tra gli impianti di produzione di energia a partire da fonti rinnovabili si possono comprendere anche i sistemi che utilizzano l'energia cinetica dei corsi d'acqua per produrre energia elettrica, così come quelli che utilizzano il vento (sistemi eolici) o sfruttano il calore del suolo (sistemi geotermici).

Va ricordato che la realizzazione di tali impianti (micro-eolico, micro-idroelettrico, ecc.), pur basandosi sullo sfruttamento delle risorse rinnovabili non è di per sé esente da impatti che possono inficiare la sostenibilità in senso più generale di tali operazioni. Queste strutture possono infatti generare criticità dal punto di vista ambientale, naturalistico e paesaggistico, e la loro effettiva efficacia va attentamente valutata di volta in volta attraverso un progetto specifico che metta in relazione vantaggi e svantaggi prodotti.

Le centraline idroelettriche costituiscono un sistema ecologico e sostenibile per sfruttare l'energia derivante dal movimento naturale dell'acqua.

Per garantire l'efficacia di questo tipo di impianti – disponibili oggi anche impianti per produzioni a scala ridotta (microidroelettrico) – è necessario disporre di un corso d'acqua con portata costante.

I sistemi che sfruttano la forza del vento per produrre energia elettrica possono essere utilizzati per utenze isolate o collegate alla rete elettrica. Gli impianti micro-eolici, quelli che cioè generano potenze fino a 20kW, sono generalmente utilizzati per alimentare utenze isolate e l'energia

viene quindi prodotta e consumata in loco. Gli impianti eolici, infatti, possono essere o meno connessi alla rete:

- se il generatore eolico è collegato alla rete elettrica, significa che l'utenza viene servita a seconda delle necessità dal generatore eolico o dal fornitore di energia elettrica e l'impianto è dotato di quadro elettrico e dell'inverter;
- se si tratta di impianto stand alone l'impianto è completato da batterie di accumulo.

## **PANNELLI RADIANTI**

Il miglioramento dell'efficienza energetica passa anche attraverso la strategia di immissione del calore in ambiente.

Uno degli interventi più comuni ed efficaci negli interventi di integrazione degli impianti nel recupero dell'architettura tradizionale riguarda la possibilità di utilizzare per il riscaldamento degli ambienti un sistema a terminali costituiti da pannelli radianti.

L'utilizzo di pannelli radianti è preferibile rispetto ai caloriferi poiché i pannelli radianti possono essere posizionati sulle pareti interne degli ambienti interni o a pavimento, più raramente a soffitto. L'intervento più comune riguarda la realizzazione di impianti di riscaldamento a pavimento che utilizzano acqua a bassa temperatura (intorno ai 30-40 °C) che può essere prodotta da caldaie, da pompe di calore o anche da impianti solari termici.

Il sistema, costituito da un circuito di tubazioni, nel quale viene convogliata l'acqua, posato su uno strato di materiale isolante e rivestito da un massetto e dallo strato di finitura del pavimento, assicura il riscaldamento uniforme attraverso la superficie di tutto il pavimento. Il sistema può essere realizzato anche a secco ma occorre porre attenzione alla realizzazione dello strato

isolante al di sotto del sistema di tubazioni per evitare dispersioni termiche e al tipo di rivestimento a pavimento (è sconsigliato utilizzare pavimenti di materiali troppo isolanti).

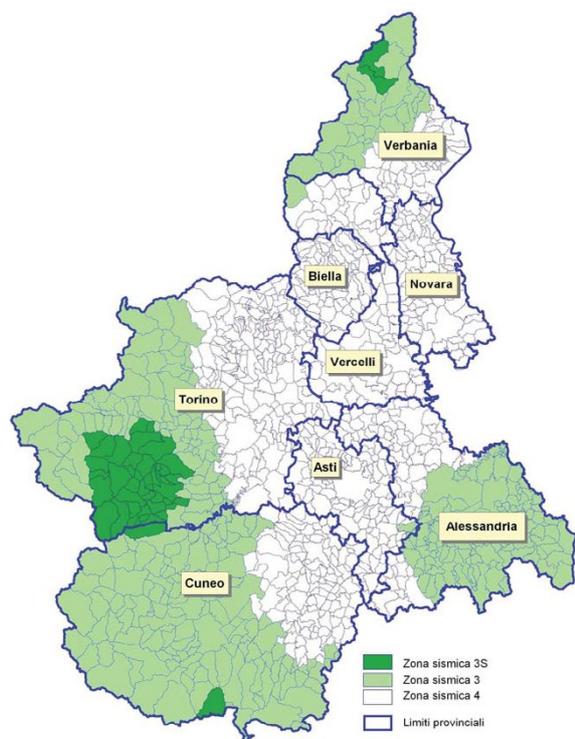
La scelta di adottare la soluzione tecnica dei sistemi radianti può essere condizionata dalla destinazione d'uso, in quanto si tratta di impianti efficaci e che assicurano condizioni di comfort solo se tenuti costantemente accesi, e dall'inevitabile incremento d'ingombro (a pavimento o a parete) che in alcuni casi può costituire un problema.

## 5.2 Adeguamento sismico

### 5.2.1 Introduzione

L'obiettivo delle indicazioni sul tema del recupero strutturale del patrimonio costruito non intendono in nessun caso sostituirsi alla redazione di un vero e proprio progetto strutturale che abbia come oggetto il consolidamento dello specifico manufatto per cui viene redatto.

In queste pagine verranno invece analizzate le filosofie di intervento e presentati alcuni indirizzi di intervento tesi a coniugare il recupero strutturale con la conservazione delle tipicità architettoniche e costruttive del patrimonio edificato tradizionale.



Classi di pericolosità sismica vigenti in Piemonte

### 5.2.2 Il rischio sismico

Il rischio sismico è convenzionalmente espresso in funzione di tre variabili:

- la pericolosità sismica
- la vulnerabilità sismica
- la sensitività sismica.

La **pericolosità sismica** può essere definita come la probabilità che entro un tempo dato le azioni sismiche superino valori stabiliti. Dipende dunque dal territorio e dalle caratteristiche delle falde superficiali della crosta terrestre. Ogni area territoriale presenta una differente pericolosità



Confine dei comuni del GAL Tradizione delle Terre Occitane sovrapposto alla carta della pericolosità sismica vigente

che può essere studiata sulla base dei cataloghi dei terremoti storici e di analisi geologiche e sismologiche. A partire dai dati così ottenuti si possono valutare il periodo di ritorno e la violenza del “terremoto di progetto”.

La **vulnerabilità sismica** è una caratteristica propria delle costruzioni e può essere definita come la probabilità che a determinate azioni sismiche corrispondano determinati livelli e tipi di danno.

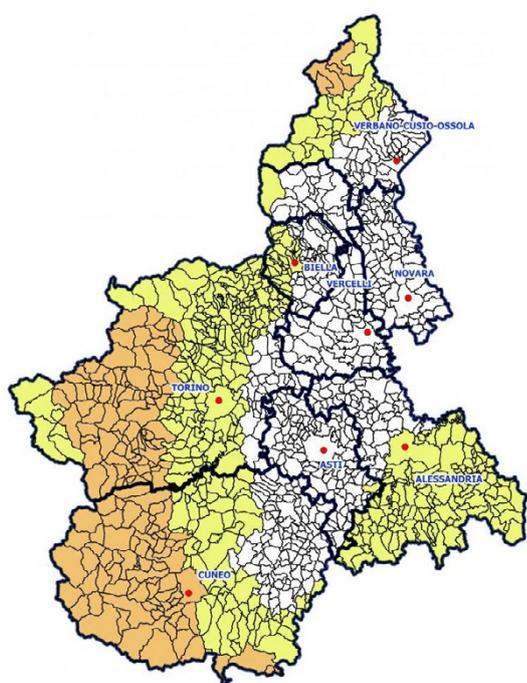
La **sensività sismica** può invece essere definita come la probabilità che a determinati livelli di danno corrispondano certe conseguenze sociali, culturali o economiche. Per esemplificare la sensitività sismica di un luogo disabitato è nulla, quella di un luogo con un patrimonio costruito notevole e densamente popolato è molto elevata.

### 5.2.3 La pericolosità sismica

La Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte n. 65-7656 del 21 Maggio 2014, che riprende le precedenti DGR n. 4-3084 del 12.12.2011 e n. 11-13058 del 19.01.2010 stabilisce le classi di pericolosità sismica per tutti i comuni piemontesi.

Il territorio del GAL ricade quasi interamente in zona sismica 3, ad eccezione del comune di Bagnolo Piemonte che ricade in zona sismica 3S.

Nel febbraio 2019 la Giunta regionale ha adottato, per l'invio al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, una nuova proposta di classificazione sismica del territorio regionale, progetto che ha preso spunto da un recente studio di pericolosità



*Proposta di variazione della pericolosità sismica avanzata dalla Regione Piemonte nel 2019*



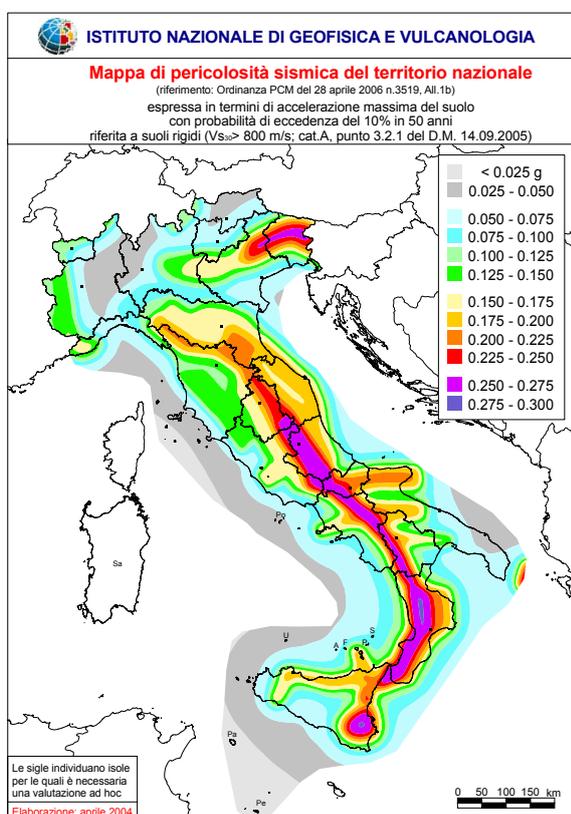
*Confine dei comuni del GAL Terre Occitane sovrapposto alla carta della pericolosità sismica avanzata dalla Regione Piemonte nel 2019*

predisposto dall'Università di Genova.

Acquisito il parere favorevole, la Regione potrà approvare l'aggiornamento della classificazione sismica e contemporaneamente la revisione delle procedure di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico.

Nella nuova proposta di classificazione tutti i comuni del GAL Terre Occitane ricadono nella classe sismica 3S, il grado più alto di pericolosità sismica del Piemonte, caratterizzato da una sismicità relativamente frequente, anche se di intensità medio-bassa.

Ciò comporterebbe un aumento dei parametri di riferimento per la determinazione delle forze sismiche di progetto.



## 5.2.4 La vulnerabilità sismica

Per ottenere una riduzione del rischio sismico, posta la preventiva valutazione della pericolosità sismica e della sensitività sismica, si dovrà necessariamente intervenire sulla vulnerabilità degli edifici.

### CONOSCENZA

Nel caso di interventi di consolidamento e recupero di un edificio esistente il primo passo è costituito dall'acquisizione di un quadro di conoscenza soddisfacente sia per quanto riguarda gli elementi costruttivi e il loro grado di conservazione, sia per quanto riguarda il comportamento strutturale degli elementi di sostegno principali e secondari. Nel caso infatti dell'edilizia storica non vanno sottovalutati anche gli elementi architettonici senza apparenti funzioni portanti, che invece potrebbero essere stati nel tempo oggetto di sollecitazioni e svolgere funzioni non consone nella risposta statica dell'edificio.

Il percorso di conoscenza dovrà essere progettato in funzione dell'oggetto di intervento, tenendo in considerazione le risorse disponibili e lo stato di conservazione del bene. In linea generale, la fase di conoscenza potrà comprendere:

- il rapporto con il contesto;
- il rilievo geometrico;
- il rilievo dell'eventuale quadro fessurativo e delle deformazioni;
- la ricostruzione delle fasi costruttive e delle trasformazioni che hanno interessato l'edificio;
- il rilievo tecnologico-costruttivo, con attenzione alle tecniche costruttive, ai dettagli e alle connessioni fra gli elementi;
- l'identificazione dei materiali e del loro stato

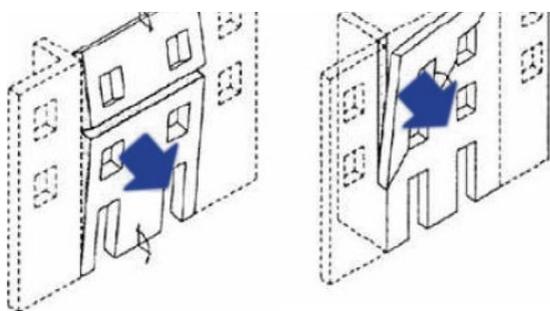
di conservazione;

- l'analisi del sottosuolo e delle strutture di fondazione.

Lo studio dell'edificio dovrà essere mirato alla conoscenza delle forme di vulnerabilità specifica tendendo ad individuare quei fattori che costituiscono condizioni di debolezza (locale o diffusa) delle strutture murarie. Bisognerà pertanto indagare:

- modalità costruttive iniziali;
- processi di trasformazione edilizia;
- carenza di connessioni strutturali e difetti degli elementi di presidio esistenti;
- degrado strutturale e debito manutentivo;
- dissesti pregressi non sufficientemente riparati;
- interventi strutturali recenti eseguiti con tecniche moderne.

Inoltre, il livello di conoscenza definito dalla normativa nazionale (LC1, LC2, LC3) potrà essere ottenuto mediante un adeguato piano delle indagini che dovranno privilegiare quelle di tipo non invasivo, anche per evitare di compromettere le strutture esistenti.



*Esempio schematico di danni di primo modo*

## MECCANISMI DI COLLASSO

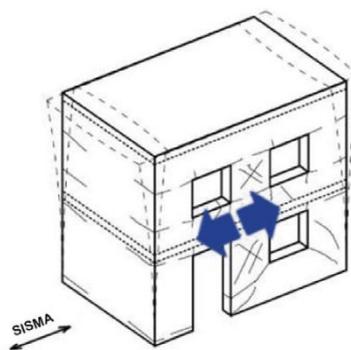
Una volta terminata la campagna di conoscenza dell'oggetto di intervento, occorrerà procedere con l'individuazione dei possibili meccanismi di collasso connessi alle forme di vulnerabilità tipica e loro adattamento al caso di studio e al calcolo del moltiplicatore di collasso relativo a ciascuno dei meccanismi individuati.

Uno dei principali problemi di ridurre la vulnerabilità sismica degli edifici esistenti è quello che gli interventi sono finalizzati ad evitare un dissesto che non si è ancora verificato.

È quindi importante avere strumenti per prevedere il comportamento che la struttura oggetto di studio potrebbe avere in caso di sisma.

I danni alle strutture murarie tradizionali dovuti al sisma possono essere raccolti in due grandi gruppi di meccanismi di collasso:

- **Danni di primo modo:** la muratura si danneggia per l'innescarsi di fenomeni di ribaltamento a causa di spinte orizzontali, agenti ortogonalmente al suo piano medio. In presenza di tessiture murarie di buona qualità il collasso dipende, più che dalla resistenza della muratura, quasi unicamente da



*Esempio schematico di danni di secondo modo*

questioni di equilibrio, fortemente dipendenti dal collegamento con pareti trasversali e dalla presenza di elementi spingenti (coperture o volte) o di trattenimento (catene, travi ben collegate, cordoli). Questo meccanismo può portare a collassi imprevisti e rovinosi

- **Danni di secondo modo:** la muratura si danneggia lesionandosi a causa di sforzi di taglio generati da azioni agenti parallelamente al suo piano medio. Questo meccanismo non porta in genere a collassi rovinosi perché una muratura di buona fattura presenta elevata “duttilità equivalente”, ovvero può subire spostamenti anche di notevole entità dopo l’apertura di fessure.

I meccanismi di primo modo corrispondono a valori di accelerazione del terreno in genere minori a quelli richiesti per attivare meccanismi del secondo modo. È quindi necessario innanzitutto evitare meccanismi di primo modo e poi controllare che l’eventuale attivazione di meccanismi di secondo modo non porti al collasso.

L’individuazione degli interventi atti a modificare i meccanismi di collasso previsti o a rendere più elevati i moltiplicatori dovrà rispondere alle specifiche carenze individuate nel progetto strutturale del singolo edificio oggetto di intervento, evitando quindi soluzioni generiche e aprioristiche.

### 5.2.5 Norme Tecniche Costruzioni 2018 (NTC): le tipologie di intervento sulle strutture esistenti

Come per la normativa precedente (NTC 2008), il tema degli interventi sulle strutture esistenti è regolamentato al capitolo 8 delle nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC) di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018, le cui novità più significative riguardano il paragrafo 8.4 relativo alla Classificazione degli interventi.

La classificazione degli interventi sull’esistente ricalca quella delle precedenti NTC; gli interventi sugli edifici esistenti vengono classificati nelle seguenti categorie:

- **interventi di riparazione** o locali: interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- **interventi di miglioramento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati dalla norma;
- **interventi di adeguamento:** interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati dalla norma.

Gli **interventi di riparazione** o locali riguardano singoli elementi della struttura e non devono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione. Le finalità di tali interventi possono essere:

- ripristinare, a seguito di un danno, le caratteristiche strutturali iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non a

seguito di un danno;

- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Il progetto strutturale si limiterà quindi alle sole parti interessate, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente all'eventuale danno, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

Gli **interventi di miglioramento** sono quelli che più di sovente vengono effettuati nel caso del recupero globale di un edificio tradizionali. Le nuove NTC 2018 prevedono che il livello di sicurezza della costruzione in questo caso sia quantificato attraverso il coefficiente  $z_E$  che rappresenta il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione. Vengono introdotti dei limiti sul coefficiente  $z_E$  che le strutture devono rispettare a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. Le verifiche variano in funzione del tipo di costruzione (classe), legate anche alla destinazione d'uso dei fabbricati. Esistono delle specifiche disposizioni per gli edifici che ricadono entro la tutela dei beni culturali per evitare che gli interventi di miglioramento snaturino complessivamente l'edificio.

Gli **interventi di adeguamento** dovrebbero in linea generale essere esclusi per il recupero dell'architettura tradizionale. Sono tuttavia obbligatori quando si intenda:

- sopraelevare la costruzione;
- ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da

alterarne significativamente la risposta;

- apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10%
- effettuare interventi che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;
- apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

La scelta degli interventi di recupero e consolidamento nel caso di edifici tradizionali deve cercare principalmente di evitare interventi invasivi e incongrui. Come già ricordato la strada dello stravolgimento strutturale e dell'adeguamento sismico è nella quasi totalità dei casi impercorribile poiché rende necessari interventi ad alta componente invasiva e distruttiva, che compromettono la natura storica e l'autenticità del bene che invece si vuole conservare.

In questi ultimi anni, inoltre, è maturata la consapevolezza che, inserendo rinforzi rivolti a mutare radicalmente il comportamento statico dell'edificio (ad es. l'inserimento di strutture intelaiate in murature continue, pannelli in c.a. affiancati, ecc.) si determina un comportamento ibrido, difficilmente prevedibile e potenzialmente più sfavorevole in caso di sisma.

### 5.2.6 Gli interventi di miglioramento

Come consigliato nelle "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", gli interventi devono essere rivolti a singole parti del manufatto, il più possibile contenuti per estensione e numero, comunque evitando di alterare in modo significativo l'originale distribuzione delle rigidità negli elementi.

Le linee guida indicano per i differenti elementi strutturali che compongono la fabbrica gli interventi preferibili, quelli accettabili in mancanza di soluzioni alternative di equivalente sicurezza e quelli da evitare.

In generale, tenendo conto che ogni intervento di tipo strutturale, seppur parziale, va considerato in funzione del comportamento complessivo dell'edificio e che deve essere progettato e valutato da tecnici esperti di consolidamento strutturale, le misure mirate al miglioramento del comportamento dell'edificio in caso di sisma potranno principalmente riguardare:

#### FONDAZIONI

Per quanto riguarda le fondazioni si può intervenire solamente in presenza di dissesti e non prima di aver svolto un rilievo sistematico delle fondazioni esistenti. Gli interventi che dovranno essere preferiti sono quelli di ampliamento della base fondale mediante sottomurazione. Interventi con micropali o altri interventi di consolidamento dei terreni potranno essere effettuati solo ove non esistano valide alternative e previa approfondita documentazione, dal momento che, alterando la distribuzione delle rigidità del complesso terreno-struttura, si può

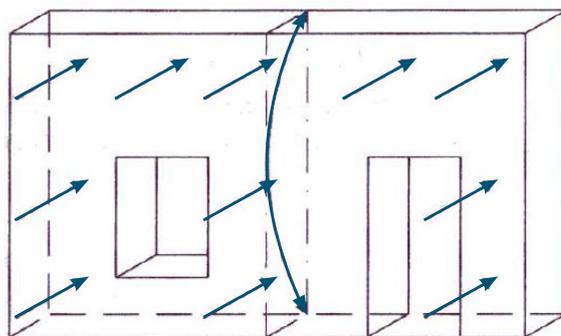
incorrere nel rischio di nuovi e diversi cedimenti.

L'appoggio dell'edificio sul terreno dovrà essere garantito anche durante l'esecuzione dei lavori: si deve procedere per cantieri e sottocantieri, puntellando man mano i muri soprastanti. Particolare attenzione deve essere rivolta alla sottomurazione delle connessioni tra muri.

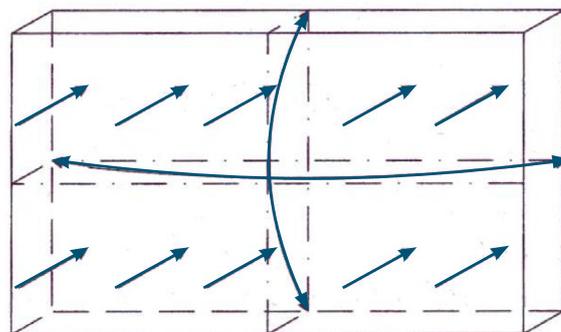
#### SETTI MURARI

L'intervento sulle murature dovrà essere finalizzato a far recuperare alla parete una resistenza sostanzialmente uniforme e una continuità nella rigidità, anche realizzando gli opportuni ammorsamenti qualora mancanti.

Questo per favorire l'effetto arco (o cupola) nello spessore e contrastare le spinte ortogonali.



Effetto "Arco" (monodimensionale)



Effetto "cupola" (bidimensionale)

Sono anche suggeriti interventi di incatenamenti metallici, utilizzando barre tonde lisce in acciaio a bassa resistenza con capichiave esterni adatti a distribuire sufficientemente le sollecitazioni. I tiranti saranno posti ad ogni piano in corrispondenza dei muri portanti trasversali e collocati ai due lati dei muri stessi.

Qualora fosse necessario collocare un tirante all'interno del muro (forandolo in direzione longitudinale) sarà inserito in guaina e non iniettato, per rendere "reversibile" l'intervento, consentire l'eventuale ripresa di tesatura ed evitare l'insorgenza di sollecitazioni indesiderate.

*Interventi suggeriti:*

- riparazione di lesioni (p.e. con la tecnica del cuci-scuci);
- eliminazione, ove necessario, di cavità (canne fumarie...);
- miglioramento delle caratteristiche di murature scadenti (ristilatura profonda dei giunti di malta, creazione di diatoni).

*Interventi sconsigliati:*

- iniezioni di miscele leganti (effettuabili solo dopo avere verificato la compatibilità e la "iniettabilità" della muratura);
- cuciture armate;
- inserimento di elementi in conglomerato cementizio armato.

**PILASTRI E COLONNE**

*Interventi suggeriti:*

- cerchiature e tassellature (al fine di aumentare la resistenza a compressione);
- eliminazione delle spinte (al fine di avere compressione uniforme).

*Interventi sconsigliati:*

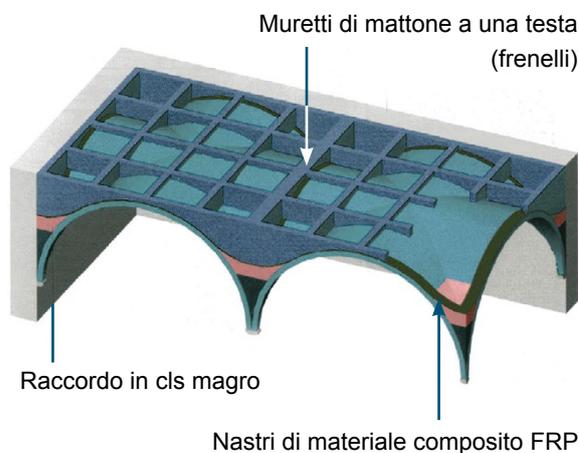
- inserimento di anime metalliche;
- precompressione;
- perforazioni armate;
- interventi volti a conferire resistenza a taglio e flessione.

**ARCHI E VOLTE**

Particolarmente indicati sono tutti i provvedimenti atti a ridurre le masse e a vincolare le deformazioni estradossali come frenelli o rinfianchi coerenti alleggeriti: ciò consente di ridurre le masse e quindi le sollecitazioni sismiche e di vincolare la deformazione delle volte. Inoltre in corrispondenza dei frenelli possono essere ricollocati dei tiranti e gli spazi vuoti della volta possono essere inoltre sfruttati per l'inserimento degli impianti.

*Interventi suggeriti:*

- riparazione delle lesioni;
- inserimento di catene alle reni.
- frenelli o rinfianchi coerenti alleggeriti.



Consolidamento di solai voltati

*Interventi sconsigliati:*

- placcaggio estradossale (cappe in calcestruzzo armato).

### SOLAI

In presenza delle spinte di natura sismica il ruolo dei solai di un edificio è quello di distribuire le azioni orizzontali, in particolare dai setti murari interessati in maniera ortogonale dalle sollecitazioni sismiche a quelli interessati in maniera parallela, che possono fornire maggiore resistenza. Per fare ciò è necessario che i solai abbiano una significativa rigidezza nel piano. Gli interventi di irrigidimento però devono far attenzione a non appesantire eccessivamente la struttura del solaio, causando un peggioramento statico e un aumento delle sollecitazioni sismiche sulle strutture verticali. Altrettanto sconsigliati sono i cordoli in breccia in c.a. che muta il regime statico della muratura causando la migrazione degli sforzi verso il paramento esterno, gravano il solaio solo sul paramento

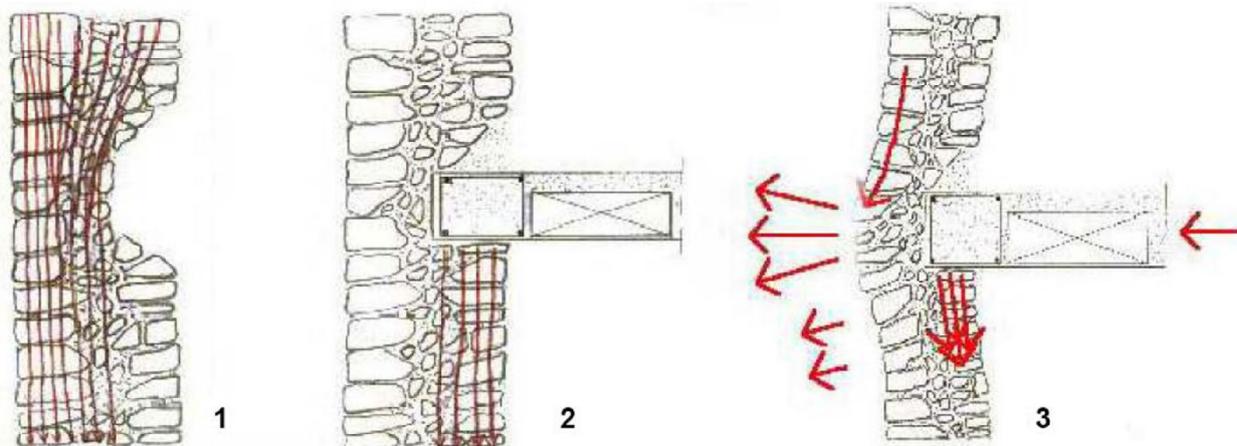
interno e causano fenomeni espulsivi del paramento esterno in caso di sisma.

*Interventi suggeriti:*

- irrigidimento nel piano (dei tavolati in legno con un secondo tavolato sovrapposto ortogonalmente al primo; dei solai con travetti in legno e piastrelle o con putrelle e voltine o tavelloni con caldana armata alleggerita);
- collegamento ai muri perimetrali di travi e solette;
- incatenamenti e collegamenti perimetrali puntuali;
- eventuale incremento della sezione resistente di travi in legno in zona compressa.

*Interventi sconsigliati:*

- cordoli in breccia;
- solai laterocementizi.



*Motivi per cui è sconsigliabile l'irrigidimento dei solai orizzontali attraverso la loro sostituzione con solai laterocementizi o cordoli in breccia in cemento armato: 1) Migrazione e concentrazione dei carichi verticali verso il paramento esterno; 2) aggravio dei carichi sul paramento interno; 3) fenomeno espulsivo del paramento esterno in caso di sisma che aggrava i danni di primo modo*

## TETTI

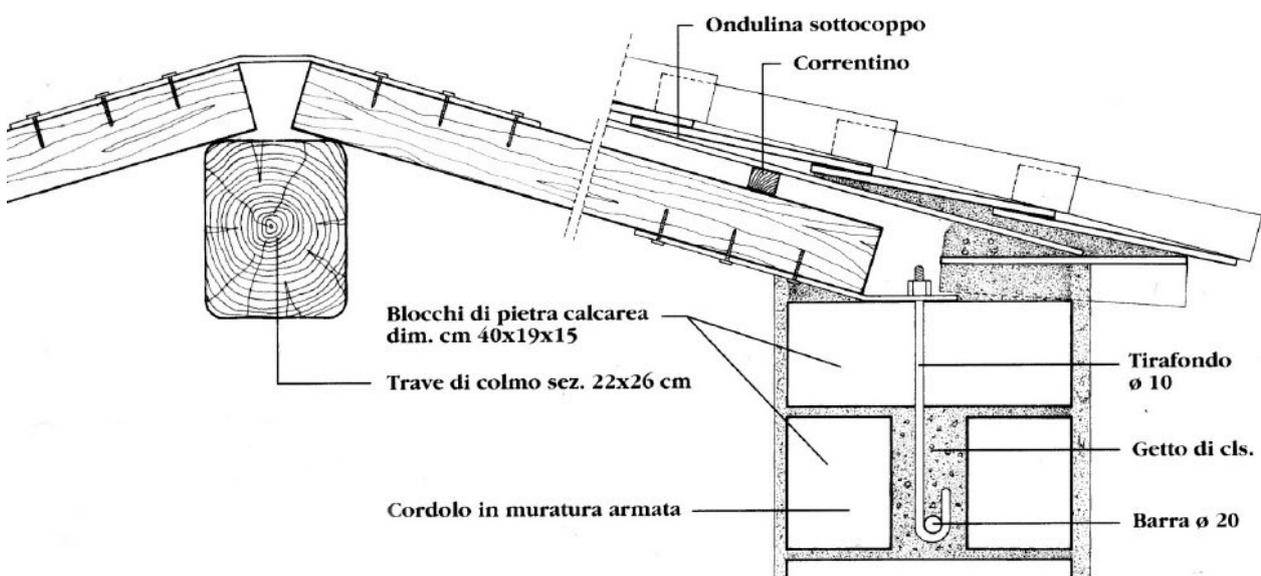
Le stesse considerazioni espresse sui solai possono essere estese al tetto, con preferenza a cordoli sommitali realizzati in muratura armata, con fibre FRP o reticolari in acciaio piuttosto dei più invasivi cordoli in cemento armato.

### *Interventi suggeriti:*

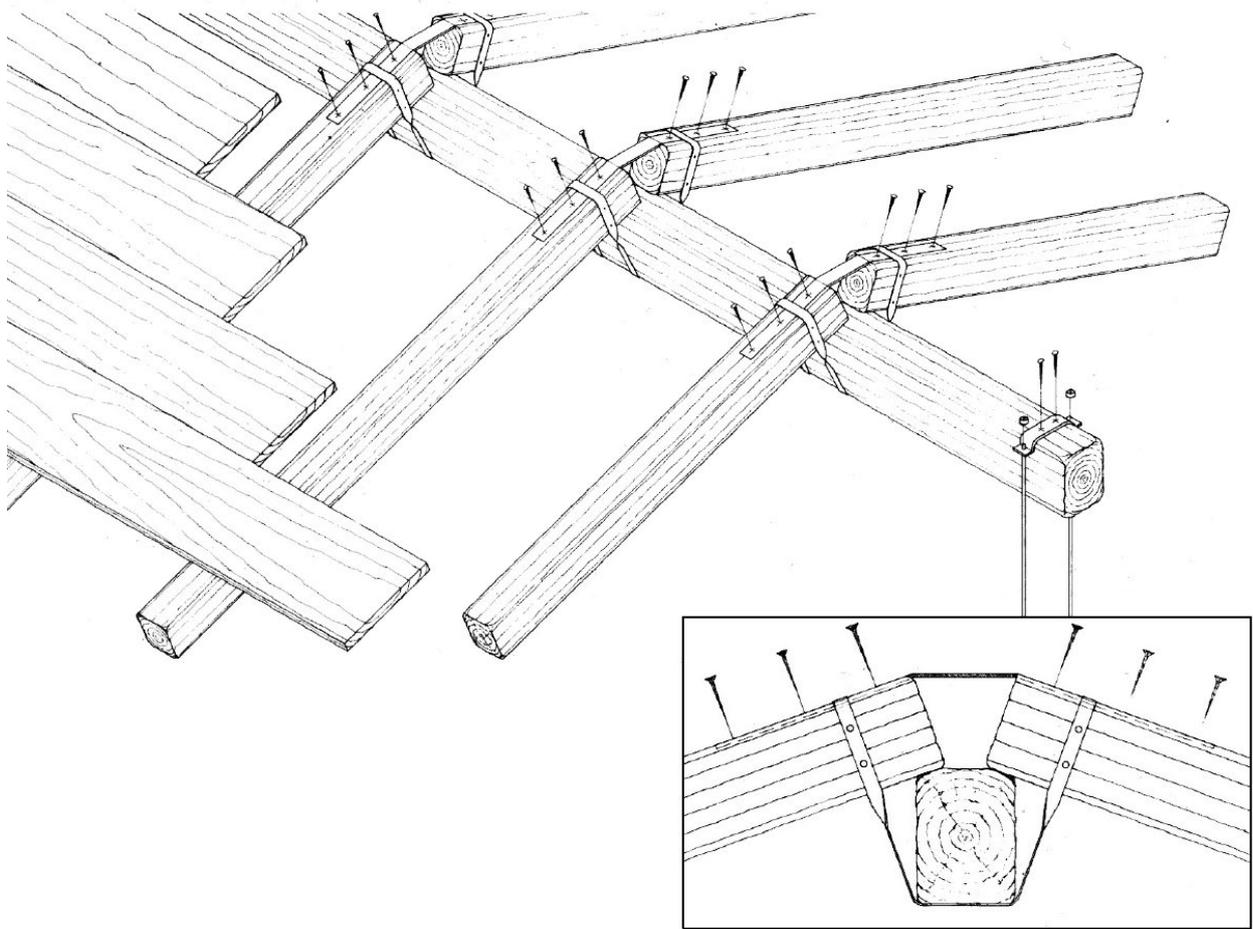
- contenimento delle spinte;
- controventamento della falda;
- connessione degli elementi lignei tra loro ed alle murature portanti (con elementi metallici);
- rafforzamento del punto di contatto tra muro e tetto con cordoli-tirante in legno o acciaio al fine di ripartire adeguatamente il carico del tetto sulle murature e di garantire una resistenza a trazione alla parte superiore del muro.

### *Interventi sconsigliati:*

- sostituzioni generalizzate;
- tetti in calcestruzzo armato, laterocementizi o altre soluzioni a massa e rigidità eccessiva;
- cordoli in c.a.



*Cordolatura in muratura armata*



*Collegamento dei travetti alla trave di colmo con staffe metalliche e chiodi. La realizzazione di queste connessioni previene fenomeni di scivolamento dei travetti dall'appoggio sulla trave di colmo.*

## 5.3 Accessibilità

### 5.3.1 Introduzione

Un sito è accessibile se qualsiasi persona, anche con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o psico-cognitive, può accedervi e muoversi in sicurezza ed autonomia.

Rendere un ambiente “accessibile” vuol dire, renderlo sicuro, confortevole e qualitativamente migliore per tutti i potenziali utilizzatori.

Per i nuovi immobili la tendenza a rivolgere fin dalla sua genesi il progetto verso una “utenza ampliata” – in accordo con alcuni fondamentali principi condivisi a livello internazionale, sintetizzati nel concetto di *universal design* – è ormai consolidata, oltre che resa obbligatoria dalla normativa volta all'eliminazione delle barriere architettoniche.

Tale orientamento, tuttavia, può difficilmente essere applicato agli interventi sul patrimonio architettonico, dove la presenza di condizioni pensate esclusivamente per ristrette fasce di utenza appare spesso legata sia all'identità stessa degli immobili, che alle loro particolari vicende storiche.

Nell'impostazione delle indicazioni contenute in queste pagine si è cercato di superare una logica da manuale di progettazione, evitando di suggerire soluzioni preconfezionate. Il testo si propone dunque come strumento per stimolare la riflessione su un tema la cui complessità viene spesso sottovalutata al fine di superare la prassi corrente della mera “messa a norma”, evidenziando come le problematiche connesse con l'accessibilità costituiscano un aspetto fondamentale del progetto di recupero del patrimonio costruito.



Castello di Saliceto (CN). Il restauro ha previsto la realizzazione della "Quarta torre" che ha reso accessibile il complesso. Progetto: Armellino & Poggio; foto: Fotobella.



### 5.3.2 Quadro delle disposizioni normative

Le norme sull'accessibilità, definite per gli interventi di nuova costruzione a partire dal 1971, sono state estese agli interventi di ristrutturazione a partire dalla fine degli anni '80, a seguito dell'approvazione della legge 13/89 e del suo regolamento di attuazione, il D.M. 236/89.

L'impianto normativo italiano è fondato su un approccio di tipo prestazionale che prevede, insieme al rispetto di alcuni parametri prescrittivi in merito a specifici aspetti dimensionali, la possibilità che il progettista consegua risultati analoghi o migliori di quelli prescritti ricorrendo a "soluzioni alternative".

Le disposizioni normative che storicamente hanno affrontato il tema dell'accessibilità e che permangono attualmente in vigore sono:

- Circ. Min. LL.PP. 29 gennaio 1967, n. 425 "Standard residenziali"; in particolare punto 1.6 (Aspetti qualitativi – Barriere architettoniche): è il primo documento che si occupa dell'argomento ma per la natura del provvedimento le indicazioni fornite non sono vincolanti.
- Circ. Min. LL.PP. 19 giugno 1968, n. 4809 "Norme per assicurare la utilizzazione degli edifici sociali da parte dei minorati fisici e per migliorare la godibilità generale": vengono riportate per la prima volta indicazioni dimensionali in gran parte riprese nei provvedimenti successivi seppur con le limitazioni applicative proprie del dispositivo normativo adottato.
- Legge 30 marzo 1971, n. 118 "Conversione in legge del D.L. 30 gennaio 1971, n. 5 e nuove norme in favore dei mutilati ed invalidi civili"; in particolare l'art. 27 (barriere architettoniche e trasporti): è il primo vero

provvedimento legislativo in materia seppur limitato agli edifici pubblici o aperti al pubblico. Si prescrive l'obbligo di realizzare le nuove costruzioni in conformità alla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 4809/68, anche apportando le possibili e conformi varianti agli edifici appaltati o già costruiti. Il regolamento di attuazione è stato emanato con D.P.R. 384/78 successivamente sostituito dal D.P.R. 503/96.

- Legge 28 febbraio 1986, n. 41 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato" (legge finanziaria 1986): in particolare il comma 20 dell'art. 32, il quale prescrive che non possono essere approvati e finanziati progetti di costruzione di opere pubbliche che non siano conformi alle disposizioni del D.P.R. 384/78. Nello stesso articolo viene, inoltre, introdotto l'obbligo da parte di tutti gli enti pubblici di dotarsi di uno specifico "Piano per l'eliminazione delle barriere architettoniche" (PEBA).
- Legge 9 gennaio 1989, n. 13 (modificata dalla legge 27 febbraio 1989, n. 62) "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati" e la relativa circolare esplicativa Cir. Min. LL. PP. 22 giugno 1989, n. 1669: con questa legge l'obbligo di favorire la fruizione degli edifici di nuova costruzione o in fase di ristrutturazione da parte di persone con disabilità viene esteso anche agli edifici privati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso.
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche": regolamento di attuazione della legge 13/89. Rappresenta un radicale cambiamento rispetto alle norme precedenti: vengono fornite delle nuove definizioni e indicazioni progettuali anche di tipo prestazionale che modificano la filosofia degli obblighi per il superamento delle barriere architettoniche.
- Legge 5 febbraio 1992, n. 104 (integrata e modificata con Legge 28 gennaio 1999, n.17) "Legge quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate", in particolare l'art. 24 (eliminazione o superamento delle barriere architettoniche): rappresenta un ulteriore passo in avanti per ciò che attiene le prescrizioni finalizzate ad agevolare l'accessibilità urbana e l'eliminazione degli ostacoli fisici, apportando alcune modifiche ed integrazioni sia alla legge 118/71 che alla legge 13/89 ed ai relativi decreti di attuazione. In particolare, si rende obbligatorio l'adeguamento degli edifici per qualsiasi tipologia di intervento anche se relativo a singole parti. Viene inoltre stabilito l'obbligo di estendere il "Piano per l'eliminazione delle barriere architettoniche", introdotto dalla Legge 41/86, all'accessibilità urbana.
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici": sostituisce il precedente D.P.R. 384/78 coordinandosi con le disposizioni normative del D.M. 236/89 ed estendendo il campo di applicazione anche agli spazi urbani.
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia", in particolare il Capo III del Titolo IV Parte II "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati, pubblici e

privati aperti al pubblico”, dall’art. 77 all’art. 82: questa norma, essendo un Testo Unico, ha il merito di aver unito e coordinato in un provvedimento di carattere generale alcune disposizioni delle principali normative in materia.

- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”: il decreto rimanda alla normativa vigente per l’accessibilità e il superamento delle barriere architettoniche e inserisce questo tema progettuale (artt. 68 e 154), quale criterio determinante della qualità della proposta.
- Varie norme regionali che riportano indicazioni tecniche o disposizioni integrative o di recepimento del D.M. 236/1989 e del D.P.R. 503/1996.

Spesso si ritiene che le norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche non si applicano agli immobili “vincolati”, in quanto gli interventi prescritti potrebbero essere lesivi per le caratteristiche storico-artistiche del bene tutelato (inserimento di rampe, ascensori, ecc.). Di fatto la norma, pur prevedendo la possibilità che gli organi competenti del Ministero per i Beni e le Attività Culturali possano negare l’autorizzazione all’esecuzione degli interventi se costituiscono un “serio pregiudizio” per il bene tutelato, insiste tuttavia affinché si provveda alla soluzione del problema almeno con opere provvisorie (intese nel senso della reversibilità, in modo da garantire la tutela del bene, ma eseguite con buon materiale e a regola d’arte) o, in caso contrario, obbliga a fornire espressa motivazione della mancata realizzazione delle opere.

I riferimenti normativi al riguardo sono:

- Legge 9 gennaio 1989, n. 13 art. 4 e art. 5 e Cir. Min. LL. PP. 22 giugno 1989, n. 1669,

par. 3.8: se l’immobile è dichiarato di interesse culturale, l’autorizzazione all’esecuzione dei lavori può essere negata solo ove non sia possibile realizzare le opere senza serio pregiudizio del bene tutelato. Il diniego deve essere motivato con la specificazione della natura e della serietà del pregiudizio, della sua rilevanza in rapporto al complesso in cui l’opera si colloca e con riferimento a tutte le alternative eventualmente prospettate dall’interessato. La mancata pronuncia nei tempi fissati dalla normativa corrisponde ad assenso.

- Legge 5 febbraio 1992, n. 104 art. 24: per gli edifici pubblici e privati aperti al pubblico dichiarati di interesse culturale, qualora le autorizzazioni previste agli art. 4 e 5 della legge 13/89 non possano venire concesse per il mancato rilascio del nulla osta da parte delle autorità competenti alla tutela del vincolo, la conformità alle norme vigenti in materia di accessibilità e di superamento delle barriere architettoniche può essere realizzata con opere provvisorie, come definite dall’art. 7 del D.P.R. 164/5621, nei limiti della compatibilità suggerita dai vincoli stessi.
- Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 art. 19: negli edifici esistenti sono ammesse deroghe in caso di dimostrata impossibilità tecnica connessa agli elementi strutturali e impiantistici. Per gli edifici dichiarati di interesse culturale, la deroga è consentita nel caso in cui le opere di adeguamento costituiscono pregiudizio per i valori storici ed estetici del bene tutelato: in tal caso, il soddisfacimento del requisito di accessibilità è realizzato attraverso opere provvisorie ovvero, in subordine, con attrezzature d’ausilio e apparecchiature mobili non stabilmente ancorate alle strutture edilizie. La mancata applicazione delle

presenti norme deve essere motivata con la specificazione della natura e della serietà del pregiudizio.

- Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 art. 82: per gli edifici pubblici e privati aperti al pubblico soggetti alle norme di tutela, nonché ai vincoli previsti da leggi speciali aventi le medesime finalità, qualora le autorizzazioni di legge, non possano venire concesse, per il mancato rilascio del nulla osta da parte delle autorità competenti alla tutela del vincolo, la conformità alle norme vigenti in materia di accessibilità e di superamento delle barriere architettoniche può essere realizzata con opere provvisoriale, come definite dall'art. 7 del D.P.R. 164/5610, sulle quali sia stata acquisita l'approvazione delle predette autorità.

In caso di recupero di immobili non vincolati vige comunque quanto previsto al:

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236 art. 7.2 (edifici privati) ripreso anche dal Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503 artt. 19 e 20 (edifici pubblici e privati aperti al pubblico): si prevede la possibilità di proporre soluzioni alternative alle specificazioni e alle soluzioni tecniche, purché rispondano alle esigenze sottintese dai criteri di progettazione. In questo caso, la dichiarazione di conformità della soluzione proposta deve essere accompagnata da una relazione, corredata dai grafici necessari, con la quale viene illustrata l'alternativa proposta e l'equivalente o migliore qualità degli esiti ottenibili.



*Sopra e pagina precedente: restauro e riutilizzazione della Fortezza medicea di Arezzo. Progetto: De Vita & Schulze Architetti*



*Restauro Ex Monastero di San Giuliano, Bonate Sotto (BG) di CN10architetti. Foto: Gianluca Gelmini*

### 5.3.3 Le soluzioni alternative

Con il passaggio dall'approccio prescrittivo (soddisfacimento di determinati standard, con un parametro sintetico, molto spesso dimensionale) all'approccio prestazionale (che chiede di dimostrare l'adeguatezza delle scelte compiute alla luce degli obiettivi prefissati) si apre la possibilità per il progettista di studiare soluzioni alternative, rispetto a quelle "di minima" previste dalla normativa di riferimento.

Senza dunque entrare nel campo della "deroga" (prevista, come si è visto dagli articoli 4 e 5 della legge 13/89 per gli immobili vincolati) in caso di recupero del patrimonio costruito tradizionale le prescrizioni normative vigenti in materia di superamento delle barriere architettoniche devono essere accolte dal progettista come dei requisiti minimi da migliorare per realizzare interventi in cui gli aspetti estetico-formali sappiano affiancarsi a quelli funzionali, privilegiando una logica esigenziale e prestazionale.

Questo aspetto qualitativo deve essere tenuto in conto, assieme alle altre specifiche discipline di settore, fin dalle prime fasi di predisposizione di un qualunque progetto di ristrutturazione.

### 5.3.4 Superamento dei dislivelli

È indubbio che il tema dei dislivelli rappresenta uno dei nodi principali nell'ambito dell'accessibilità nel patrimonio edilizio tradizionale montano.

Il problema dell'accessibilità del costruito storico – articolato quasi sempre su complessi sistemi di scale e rampe – si concentra prevalentemente sul tema dei collegamenti verticali, riconosciuto da tempo come uno dei nodi cruciali dell'intero

progetto di rifunzionalizzazione, che coinvolge scelte di natura metodologica legate anche ai diversi orientamenti teorici della disciplina del restauro.

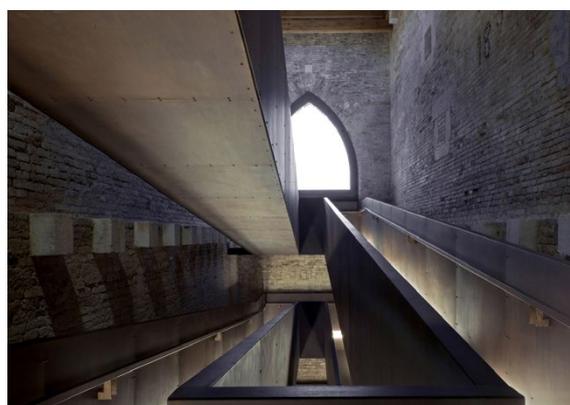
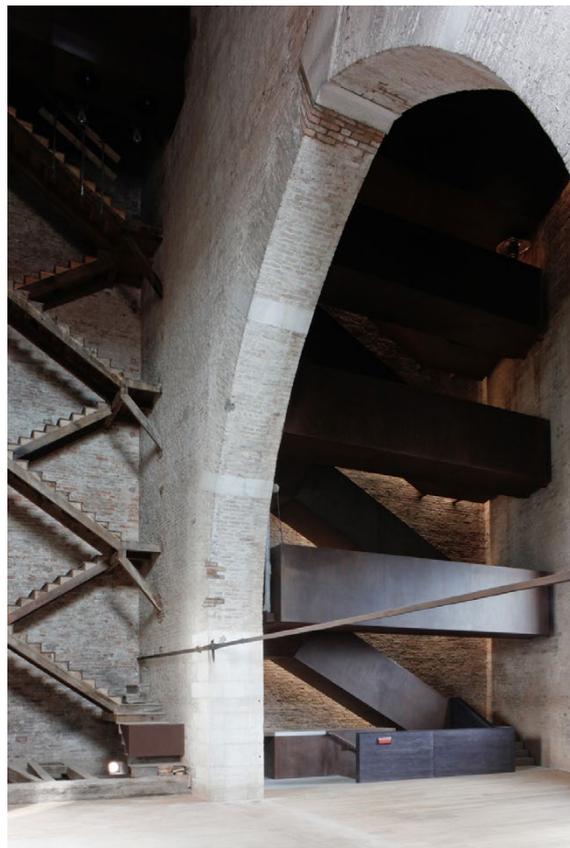
In questo campo, infatti, il costruito storico presenta diverse forme di barriere architettoniche da superare, a partire da veri e propri ostacoli fisici, come dislivelli, scale, rampe con pendenze inadeguate, fino a situazioni fonte di pericolo o affaticamento, come assenza di idonee protezioni per il rischio di caduta dall'alto, assenza di corrimano e pianerottoli di riposo su scale esistenti di dimensioni inadeguate a queste ultime. Gran parte di queste barriere, inoltre, è strettamente connaturata con l'edificio oggetto di intervento, al punto da costituire spesso non soltanto buona parte della sua identità architettonica, ma anche della sua stessa consistenza materica e delle sue qualità formali, in altre parole degli stessi valori che il progetto di restauro si prefigge di tutelare.

Considerando le diverse soluzioni possibili è possibile individuare essenzialmente tre diversi sistemi di superamento di dislivelli: la rampa, l'ascensore ed il servoscala. Si tratta di alternative che tuttavia risultano raramente confrontabili; tutti i dispositivi citati presentano infatti inconvenienti e limitazioni che ne riducono l'impiego soltanto ad alcuni casi specifici.

### **RAMPE**

La normativa consente una lieve deroga rispetto alla pendenza massima dell'8% nel caso di adeguamento di edifici esistenti, ammettendo di arrivare fino al 12% per sviluppi lineari compresi entro i 3 metri.

Occorre però notare come già la pendenza dell'8%, inoltre, è da ritenersi piuttosto ripida, rivelandosi particolarmente pericolosa in fase di discesa, tanto da indurre diversi autori a suggerire il 5-6% per una rampa confortevole.



*Restauro Torre di Porta Nuova dell'Arsenale di Venezia. Progetto: MAP Studio; foto: Alessandra ChemolloORCH*



*Restauro mura urbiche di Lecce. Progetto: B5 s.r.l.  
Foto: imovepuglia*

Oltre una certa lunghezza, il sistema della rampa finisce per generare affaticamento, tanto che la normativa impone un riposo almeno ogni 10 metri di sviluppo lineare e limita l'estensione della rampa ad un massimo di 3,20 metri di dislivello complessivo, parametri da considerarsi comunque già troppo ampi per un confortevole impiego della rampa.

Va precisato, inoltre, che una lunga rampa risulta difficilmente praticabile da parte di persone con particolari disabilità motorie che non utilizzano la sedia a ruote, nonché da tutti coloro che vanno incontro ad un facile affaticamento. Per gran parte di questi utenti, infatti, si rivela spesso più agevole l'utilizzo di una breve scala, che comporta un tratto minore da percorrere.

Ne consegue la raccomandazione di limitare la rampa a dislivelli contenuti (entro 1,5 metri), affiancando, quando possibile, anche una scala, soprattutto quando lo sviluppo longitudinale della rampa è più esteso.

In ogni caso, quando il dislivello da superare è particolarmente forte e l'aggiunta di una rampa di notevole sviluppo longitudinale appare chiaramente lesiva dell'identità architettonica dell'edificio, è opportuno valutare tutte le possibili alternative ad un accesso dall'ingresso principale, ancorché meno inclusive nei confronti delle persone con disabilità.

## **ASCENSORI**

Anche l'ascensore, come la rampa, consente quasi sempre di concentrare in un solo dispositivo il problema del collegamento verticale, rivolgendosi all'intera utenza di un edificio o di un sito. Esso, inoltre, costituisce il sistema migliore per un uso realmente autonomo da parte della persona con disabilità.

Oggetto di notevole attenzione progettuale negli ultimi decenni e disciplinato da una normativa tecnica unica a livello comunitario (Direttiva

Ascensori 95/16/CE), l'impianto di ascensore costituisce tuttavia il terreno di confronto più acceso tra posizioni opposte, che vedono la sua localizzazione ora come un grave elemento di disturbo, da nascondere con tutti gli espedienti possibili, ora come una feconda occasione di confronto tra antico e nuovo. È frequente, infatti, rilevare nella prassi comune una sensibile preferenza per le soluzioni mimetiche, anche a prezzo di sottrazioni di materia antica, come demolizioni parziali o totali di volte e solai, con frequenti ricadute di ordine strutturale.

Per converso, in anni più recenti, si va diffondendo soprattutto al di fuori dell'Italia il ricorso ad ascensori posti all'esterno delle fabbriche, fondati sul tema dell'aggiunta e del rapporto antico/nuovo.

Ciò conferma, che il tema del superamento dei dislivelli costituisce spesso un nodo cruciale dell'intero progetto di restauro, coinvolgendo scelte di carattere metodologico ed operativo da affrontare nella loro complessità.

Tornando al problema della localizzazione, va comunque evidenziato come la gamma degli ascensori in commercio si sia notevolmente ampliata negli ultimi anni, comprendendo – oltre ai tradizionali sistemi a fune e a pistone – anche più innovativi impianti privi di locale macchine e con ridotta profondità della fossa e del vano extracorsa. Si tratta di soluzioni che riducono ulteriormente l'impatto della componente impiantistica dell'ascensore, superando anche alcune limitazioni dei sistemi idraulici, come la presenza di una forte spinta indotta dal pistone sul terreno.

### **SERVOSCALA**

Il servoscala è la soluzione verso la quale sembra paradossalmente orientare la stessa normativa vigente in riferimento agli edifici vincolati, nel caso in cui l'intervento di adeguamento possa

arretrare pregiudizio nei confronti dei valori "storici ed estetici" del bene.

Se si può convenire sulla parziale reversibilità di un simile dispositivo e sulla sua minore incidenza nei confronti della materia della fabbrica, non si possono disconoscere i numerosi e gravi inconvenienti legati a questo tipo di impianto, come il forte disagio psicologico indotto nei confronti dell'utente, la difficoltà di gestione dell'apparecchio (spesso inutilizzato per lunghi periodi), il suo carattere di soluzione "posticcia", la riduzione della larghezza utile della scala preesistente (condizione di parziale rischio per gli utenti che la percorrono, particolarmente accentuata in condizioni di emergenza) e soprattutto il suo forte impatto percettivo, che finisce quasi sempre per alterare gli spazi che l'impianto viene ad occupare.

Si sconsiglia quindi vivamente l'applicazione di servoscala, da considerare come ipotesi estrema, da impiegare esclusivamente nei casi in cui non sia praticabile alcuna altra soluzione.

### **5.3.5 Adeguamento e miglioramento di scale, cordonate e rampe esistenti**

Particolarmente diffusa è la presenza di scale, cordonate, rampe, le cui caratteristiche geometriche e dimensionali consentono, attraverso misurati interventi, di renderle utilizzabili almeno da parte di persone con disabilità visive o con parziali deficit motori. È indubbio, infatti, che una scala storica costituirà sempre una barriera nei confronti della persona su sedia a ruote, costringendo all'individuazione di un percorso alternativo e dunque ad una seppur limitata discriminazione della persona con disabilità. Allo stesso tempo, tuttavia, limitati accorgimenti

atti a risolvere alcuni inconvenienti propri di tali strutture – come gli anomali rapporti di pedata e alzata, l'assenza di corrimani e protezioni per la caduta dall'alto, la difficile o impossibile riconoscibilità delle rampe per le persone con disabilità visive – possono migliorarne notevolmente la fruibilità per ampie categorie di utenti.

Una prima valutazione, in tal senso, concerne i rapporti geometrici e dimensionali di scale, rampe e cordone esistenti. Considerando che le persone con limitata capacità motoria riescono a percorrere brevi tratti di scale se caratterizzati da pendenza adeguata ed alzate contenute, si può desumere che numerosi elementi presenti nell'architettura storica, considerati tradizionalmente come ostacoli, possono costituire un percorso parzialmente superabile per alcune forme di disabilità. Uno dei principali inconvenienti, in questi casi, è l'assenza di corrimano, essenziali invece per consentire la fruizione di tali limitati tratti di scale, cordone o rampe da parte di chiunque, la cui integrazione costituisce in molti casi un intervento semplice e poco invasivo.

Analogamente, un problema ricorrente è l'assenza di riconoscibilità delle scale esistenti da parte delle persone con disabilità visive, considerando che di norma le scale non costituiscono una barriera per i non vedenti, purché siano presenti accorgimenti idonei per la loro individuazione.

Estremamente utile, a questo scopo, è la corretta inclinazione di 30 cm dei corrimano che, secondo la normativa vigente, devono precedere e seguire l'inizio e la fine delle rampe: tali segmenti devono cessare di essere paralleli alla rampa e divenire orizzontali in corrispondenza del riposo o del piano raggiunto, avvisando quindi il non vedente dell'inizio e della fine delle scale.

Più in generale, va posta particolare attenzione alla leggibilità delle scale, cioè alla percezione

della loro struttura, sia nel caso di scale interne agli edifici che nel caso di quelle esterne. I problemi di lettura dell'andamento di una scala o di qualsiasi dislivello sono maggiori in discesa, dato che in salita l'occhio riceve molte più informazioni visive dall'alternarsi di alzate e pedate, quindi da piani distinti che riflettono la luce in modo diverso. In discesa, invece, l'assenza di un marca-gradino ben discriminabile e contrastato rispetto al resto della pedata crea un effetto di "piano continuo", che può indurre in chi vede poco sensazioni di autentico panico, o, nel migliore dei casi, un forte disagio.

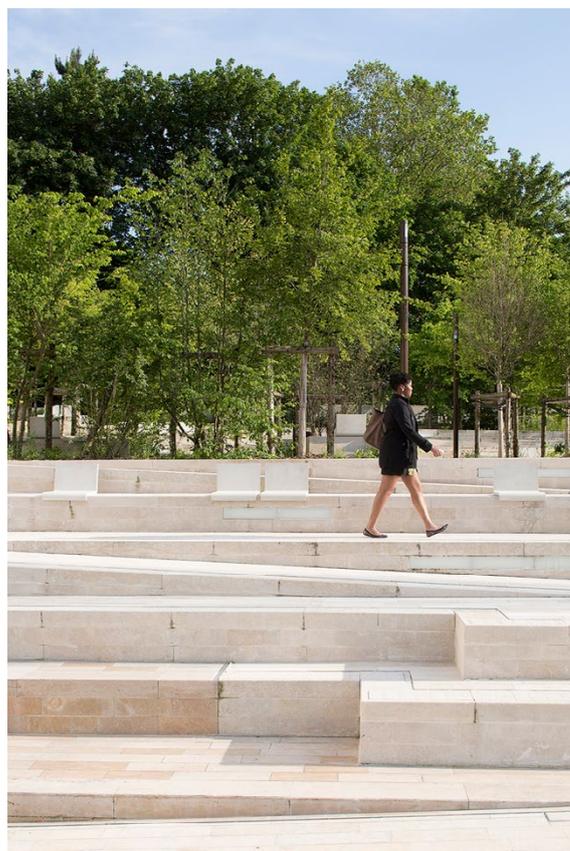
### **5.3.6 Superamento dei dislivelli a scala urbana o paesaggistica**

Spostando l'attenzione dal singolo edificio alla scala urbana o paesaggistica, la questione del superamento dei dislivelli si rivela progressivamente più complessa, ma non per questo priva di soluzioni praticabili, da fondare, ancor più che nel caso del singolo edificio, su un "sistema" integrato di dispositivi. Confermando dunque tutte le raccomandazioni già espresse nei precedenti paragrafi, è opportuno soffermarsi su alcune particolari condizioni che si presentano nel superamento dei dislivelli a scala urbana, spesso di entità più modesta ma enormemente diffusi nell'ambito di un centro storico o di un sito di interesse paesaggistico.

A partire dalle rampe, il cui impiego consente di superare gran parte dei dislivelli contenuti entro il metro che caratterizzano tali ambiti, si può accennare al sistema "*stramp*". Tale struttura, spesso impiegata oggi nei paesi anglosassoni – ma presente persino in alcune antiche soluzioni urbane di centri storici italiani – consiste

nell'intersecare trasversalmente una scala con una rampa, ottenendo un'integrazione dei due sistemi. Se lo "stramp" produce spesso risultati formali piacevoli, coniugando l'uso della scala con la rampa, vanno segnalati i rischi che esso può presentare nei confronti dei non vedenti e degli ipovedenti, a meno di adeguate informazioni tattili e di contrasto cromatico. In questo tipo di strutture, inoltre, la rampa risulta quasi sempre priva del relativo parapetto-corrimano, elemento fondamentale per la sicurezza e l'utilizzo del percorso su rampa da parte di chiunque.

Per quanto riguarda gli ascensori, invece, oltre ai sistemi e alle raccomandazioni già citate, si possono menzionare i cosiddetti impianti inclinati, idonei ad essere affiancati a lunghe scale esistenti, o ad attraversare percorsi accidentati anche naturali.



*Esempio di stramp: nuovo ingresso urbano alla città di Chatenay Malabry, Francia. Progetto: Agate Mordka; foto: Clément Guillaume*