



Peter Schürch | Dieter Schnell

# Rinnovo

La costruzione continua  
sostenibile





# Indice

La costruzione continua nel 21. secolo	3
1. Obiettivi della costruzione continua sostenibile	11
2. Valutazione del valore architettonico	21
3. Analisi	25
4. Processo di progettazione, strategia e comunicazione	31
5. Sostenibilità economica	35
6. Involucro dell'edificio	41
7. Protezione fonica	61
8. Struttura portante	67
9. Siti contaminati, materiali nocivi, separazione sistemi costruttivi	75
10. Sicurezza e protezione antincendio	83
11. Concetto energetico	87
12. Produzione di calore e fornitura di energia elettrica	97
13. Spazi esterni	107
14. Esempi	113
15. Allegati	163

## Impressum

### **Rinnovo – La costruzione continua sostenibile**

**Autori:** Peter Schürch und Dieter Schnell,  
Berner Fachhochschule, Hochschule für  
Architektur, Holz und Bau; mit Beiträgen  
von Martin Aeberhard, Alfred  
Breitschmid, Klaus Eichenberger, Daniel  
Ernst, Urs-Thomas Gerber, Patrick Hertig,  
Niklaus Hodel, Philippe Lustenberger,  
Hansruedi Meyer, Heinz Mutzner, Maurus  
Schifferli, Martin Stocker, Jürg Tschabold  
und Violanta von Gunten.

**Redazione e produzione:**  
Faktor Journalisten AG, Zurigo;  
Othmar Humm, Noemi Bösch

**Traduzione:** Istituto sostenibilità applicata  
all'ambiente costruito, Campus Trevano,  
6952 Canobbio

**Foto di copertina:** Rinnovo e sopraeleva-  
zione in un condominio a Basilea da parte  
di sim Architekten (Foto: Remo Zehnder)

Questa pubblicazione fa parte della col-  
lana specialistica «Costruire e ristrutturare  
in modo sostenibile». La pubblicazione è  
stata finanziata dall'Ufficio federale  
dell'energia UFE/Svizzera e dalla Confe-  
renza dei direttori cantonali dell'energia  
(CDC).

**Riferimento:** download (gratuito) su  
[www.svizzeraenergia.ch](http://www.svizzeraenergia.ch)

2<sup>a</sup> edizione aggiornata, aprile 2021

Introduzione

# La costruzione continua nel 21. secolo

Dieter Schnell  
Peter Schürch

Fin dagli inizi del ventesimo secolo, era prassi corrente e naturale utilizzare il principio di costruzione continua per ampliare un edificio o adattarlo alle mutevoli esigenze. In primo luogo, le condizioni economiche legate ai nuovi bisogni di spazio, non permettevano nella maggior parte dei casi di procedere alla demolizione e alla ricostruzione bensì a un ampliamento ed un completamento dell'esistente. Parallelamente veniva anche curato il riutilizzo consapevole e mirato degli edifici tradizionali. Sotto l'impeto rivoluzionario dell'architettura moderna, sviluppatosi dopo la prima guerra mondiale, gli architetti ebbero nei confronti della costruzione continua un approccio poco entusiasta e rinunciatario. Il risultato fu la perdita di qualità dell'antica tradizione della costruzione continua, che passò dalla mano dell'architetto a quella dell'impresario costruttore o del progettista edile. In questo modo una procedura che era curata dagli architetti, di cui taluni rinomati, deve essere oggi riscoperta come compito nuovo ed ambizioso. In un contesto di riduzione di risorse importanti, di cambiamenti climatici, di nuove tendenze sociali e prescrizioni legali, unite ad esigenze accresciute in materia di confort, i proprietari devono oggi conservare con lungimiranza i propri edifici anticipando in modo progressivo le future esigenze di alta qualità.

La costruzione continua, così intesa, non è più un semplice adattamento d'urgenza di uno stabile vetusto, che deriva da un compromesso dubbio, ma una vera sfida che esige dagli architetti, in primo luogo, una comprensione globale dell'esistente, poi una conoscenza totale delle tecniche e delle prescrizioni attuali in materia di sviluppo sostenibile ed infine una grande capacità d'innovazione.

L'elevato livello d'innovazione è determinato in primo luogo dalle elevate esigenze di sostenibilità degli edifici, secondariamente dal carattere unico di ogni progetto, ed infine dagli aspetti estetici che

devono anche essere soddisfatti in un concetto di costruzione continua. Questa affermazione è giustificata dal fatto che gli edifici all'apparenza poco attraenti o addirittura sfigurati da successivi interventi perdono il proprio valore e devono essere ulteriormente rinnovati.

Questo libro tenta di fornire una visione completa di questi temi; non si tratta di condividere le ultime novità del settore. Non si tratta nemmeno di un libro di ricette che spiega come comportarsi nell'ambito delle diverse prescrizioni e standard. L'attenzione si concentra sul quadro generale. L'obiettivo è di comprendere le grandi questioni socio-culturali, metodologiche, economiche, ecologiche, tecniche e fisiche, che si pongono sia nella diagnosi iniziale che in quella pianificatoria di un progetto di rinnovo.

Il principio metodologico di base più importante è quello del lavoro di squadra. Questo aspetto non è unicamente raccomandato come misura necessaria a garanzia del successo di un progetto, ma si applica anche al contenuto di questo libro. I responsabili del progetto e i principali autori del presente libro insegnano insieme da diversi anni a studenti di architettura presso la Scuola Universitaria Professionale di Berna a Burgdorf. Il termine «insieme» può essere preso alla lettera, perché in questa scuola, molti corsi sono forniti da un team di lavoro, che favorisce il dibattito interdisciplinare. La maggior parte degli autori, che hanno dato il loro contributo alla redazione dei vari capitoli tecnici, proviene da questo contesto didattico e appartiene, al di fuori di questa opera, ad un settore allargato di collaborazione interdisciplinare. Alcuni capitoli sono redatti da più autori che, attraverso competenze tecniche diverse, hanno lavorato al testo in stretta collaborazione.

**«Evidentemente, il problema principale dell'umanità, nel corso di questo secolo, sarà quello di poter migliorare la qualità di vita senza danneggiare l'ambiente.»**

Edward O. Wilson, Biologo

La struttura del libro mette in parallelo gli elementi analitici, metodologici e tecnici trattandoli in modo equilibrato. Inoltre, il libro classifica i temi in un ordine che riflette la struttura dei quesiti con i quali ci

**«L'oggetto della costruzione continua deve essere considerato in prima linea in un contesto locale e questo allo scopo di evitare l'applicazione di mode architettoniche o soluzioni inadeguate. La costruzione posta nel suo contesto, pone sempre la domanda della modifica e dello sviluppo di nuovi tipi di costruzione proprio per il suo legame con la specificità del luogo. Luogo e Tipologia resteranno sempre all'origine della forma architettonica.»**

Gion Caminada

si confronta nell'ambito di un progetto di costruzione continua. In primo luogo è presentata l'analisi, in seguito sono esposti i metodi ed infine i temi tecnici relativi alla costruzione. Alla fine del libro si trovano dodici esempi rappresentativi di progetti correnti che, ad eccezione di piccoli problemi che possono presentarsi in ogni progetto, sono considerati come soluzioni positive e fortunate.

sono presentarsi in ogni progetto, sono considerati come soluzioni positive e fortunate.

La costruzione continua applicata ad edifici esistenti esige, con gli obiettivi attuali, nuovi concetti globali e progetti appropriati. Questi concetti devono presentare apertura e flessibilità per permettere in seguito di reagire ad eventuali cambiamenti. Oggi è fondamentale procedere ad una precisa analisi, una stima e una diagnosi dettagliata del patrimonio immobiliare considerando l'ambiente e la progettazione degli spazi esterni. Su questa base devono essere identificati gli aspetti economici, sociali, energetici, tecnici e architettonici pertinenti e sviluppate soluzioni innovatrici, globali, durevoli e anche radicali. Questa procedura necessita di concetti coerenti, se possibile sotto forma di varianti, che rispondano agli obiettivi specifici del progetto.

Le costruzioni devono essere considerate nella loro integralità. Esse devono essere progettate e realizzate garantendo alta qualità architettonica, nel rispetto dell'esistente, all'occorrenza perfezionando i metodi costruttivi tradizionali o regionali considerando sempre gli aspetti essenziali sul piano sociale. Questo approccio globale esige dai progettisti l'integrazione di cri-

teri supplementari, nuovi processi e condizioni di partenza specifiche unite ad un'apertura e ad un lavoro di squadra. Un edificio vetusto è un sistema differenziato, che reagisce in maniera molto sensibile alla minima modifica. È altrettanto importante quindi che la riflessione e la progettazione siano appropriate e orientate verso l'oggetto esistente.

Questo libro è oggetto di seconda edizione. Dopo otto anni, il testo originale del 2011 è stato completamente rivisto e revisionato dagli autori originali e a complemento da specialisti del settore. Mentre alcuni capitoli sono rimasti uguali o quasi, altri sono cambiati in modo significativo. Gli esempi di buone pratiche esposti nella presente pubblicazione (capitolo 14) sono stati completamente riproposti.

# Soluzioni strategiche

**Peter Schürch** L'obiettivo principale è di promuovere un'architettura contemporanea di alta qualità, capace di soddisfare i differenti criteri di costruzione urbana, di spazio e di architettura, rispettando i principi in materia di sviluppo sostenibile. Per definire gli obiettivi di un progetto di costruzione continua ci si può riferire alla raccomandazione SIA 112/1 Costruzione sostenibile – Edificio, supportata e completata dai principi comparabili degli standard SGNB, DGNB o del LEED, sia per quanto riguarda gli obiettivi fissati dai committenti che per i criteri specifici al progetto. Il rispetto di questi criteri non esclude una «cattiva» architettura, ma favorisce lo sviluppo approfondito e una riflessione accurata nella fase di analisi e pianificazione di un progetto. I progettisti devono dimostrare creatività e sensibilità nei confronti dell'esistente e devono mettere a punto un progetto coerente e convincente rispettando le diverse esigenze. Il progetto deve inoltre considerare le qualità e i parametri esistenti sul piano strutturale, locale, funzionale e sociale. Creare un'architettura è anche un processo interdisciplinare. Le preziose testimonianze architettoniche della nostra storia, con le loro complesse qualità spaziali, devono essere trasformate con estrema precauzione. Le conoscenze e le competenze in materia di edifici e quartieri efficienti dal punto di vista energetico, o della pianificazione urbana, devono essere integrati nel progetto, così come gli aspetti riguardanti una mobilità sostenibile meno inquinante. Rispettare concretamente queste esigenze significa assicurare dei vantaggi supplementari ed un valore aggiunto.

## **Progettazione aperta**

I concetti devono presentare l'apertura e la flessibilità richieste per permettere in ogni momento degli eventuali cambiamenti. Per poter applicare queste prestazioni in un sistema determinato da più fattori è necessario attribuire maggiore valore alle competenze della progettazione globale.

Questo vale anche per i compiti giornalieri di costruzione continua. È difficile poter risolvere tutti i problemi che si presentano all'interno di un solo progetto in modo completo. Ciò rappresenta una sfida per i professionisti in architettura. A tal proposito è opportuno fissare consapevolmente delle priorità, determinare in modo preciso le condizioni quadro ed essere disposti ad accettare qualche difetto.

- Come si può continuare a costruire senza distruggere elementi di valore?
- I vecchi edifici fanno parte della nostra storia e della nostra cultura e non dovrebbero essere messi in secondo piano dalle esigenze di coibentazione termica.
- Quali concetti e costruzioni sono adatti all'involucro dell'edificio?
- Quali interventi legati agli spazi dell'edificio sono appropriati?
- Qual è il concetto architettonico trainante, l'idea di base?
- È possibile lavorare in modo specifico in funzione delle diverse zone climatiche?
- Quali sono i vantaggi di una riconversione o di un rinnovo dell'edificio rispetto alla sua sostituzione?
- Che valore aggiunto genera oggi e in futuro l'edificio per il quartiere, il comune o la città?
- Quali sono le priorità del committente?

Un'analisi e una valutazione precisa del compito e delle risorse disponibili, una visione a lungo termine e la valutazione delle opportunità e dei rischi, portano a basi decisionali chiare. Oggi sono richieste soluzioni economiche, sostenibili, efficienti dal punto di vista energetico ed esteticamente convincenti. Si consigliano concetti globali ben localizzati e ben ponderati con obiettivi a lungo termine, che possono essere implementati in modo modulare.

## **Varianti della costruzione continua**

**1. Ripristino puntuale ed eliminazione dei difetti:** costi d'intervento ridotti e breve durata d'ammortamento. Nessuna

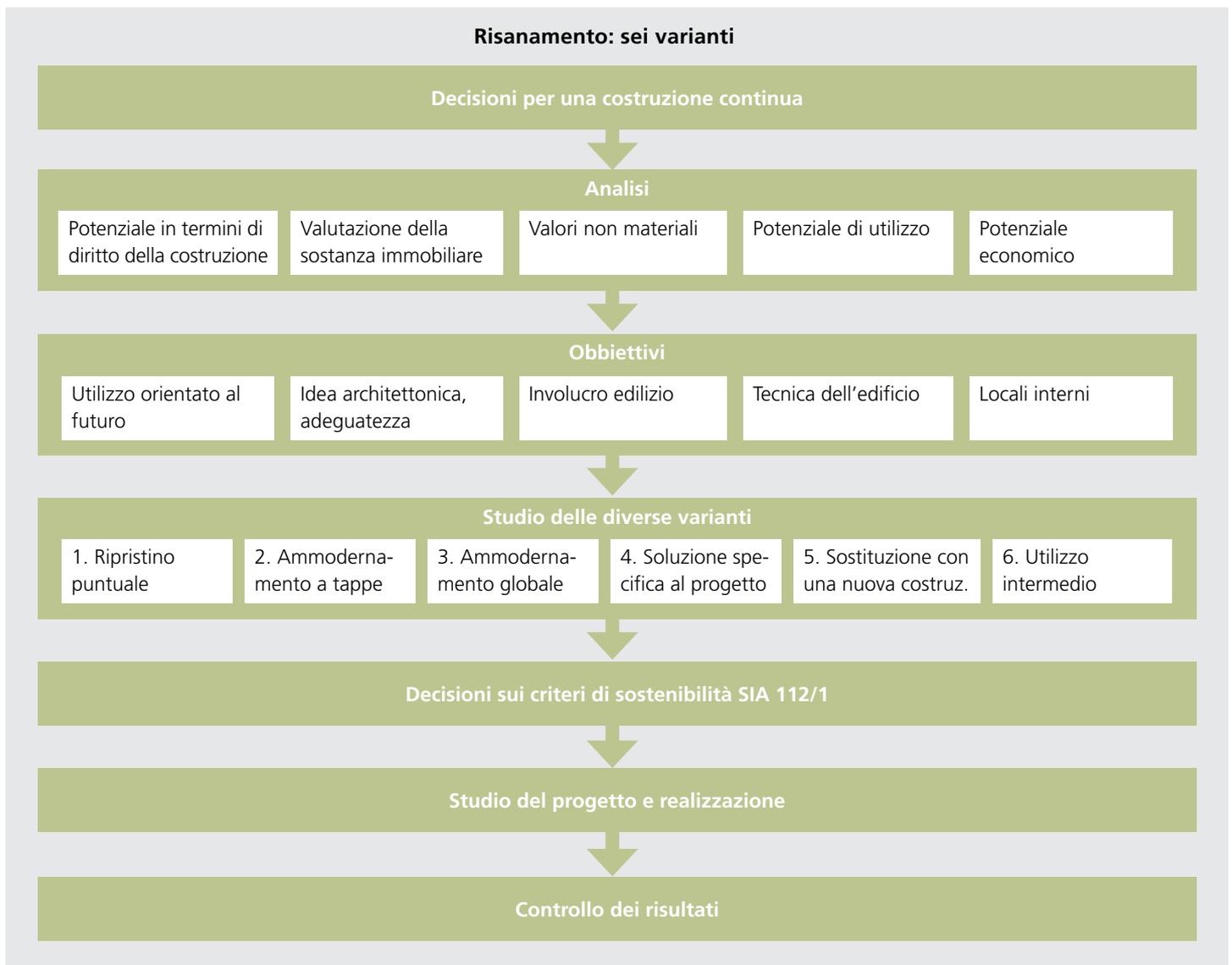
preservazione del valore dell'oggetto né prospettiva a lungo termine. Non è necessario un concetto globale. Complessità delle misure di intervento limitata. Bilancio: interessante unicamente quando non è conosciuto l'utilizzo futuro dell'oggetto.

**2. Ammodernamento a tappe:** Costi d'intervento relativamente elevati, che si ripartiscono nelle diverse tappe durante diversi anni (fino a 25 anni); il concetto di ammodernamento deve valere per tutte le tappe, che non devono essere pianificate in maniera isolata. Le due varianti, «Ammodernamento a tappe» e «Ammodernamento globale» sono equivalenti sul piano delle misure individuali messe in opera – non ci sono alternative alla costruzione professionale di qualità.

**3. Ammodernamento globale:** Variante costosa, ma più vantaggiosa sul lungo termine con lunghe durate di ammortamento. Condizioni del concetto globale: sostegno da parte di architetti e di specialisti. Le due varianti «Ammodernamento a tappe» e «Ammodernamento globale» sono equivalenti sul piano delle misure individuali messe in opera – non ci sono alternative alla costruzione professionale di qualità.

**4. Soluzione specifica al progetto:** Trasformazione, aggiunta, trasformazione parziale, ammodernamento, ecc. Si tratta di sviluppare un concetto globale e specifico al progetto, che si compone di un insieme di misure differenti.

*Le sei varianti citate si distinguono per la portata degli interventi.*



**5. Sostituzione di un nuovo edificio:** La situazione del mercato immobiliare è difficile da valutare a lungo termine. La società sta cambiando in modo dinamico e con essa le nostre esigenze in materia di alloggi. Il desiderio di avere una maggiore superficie abitativa, deve essere confrontata criticamente con la qualità dello spazio, il suo utilizzo e con il valore degli spazi esterni all'edificio. Se la planimetria di una vecchia abitazione monofamiliare o plurifamiliare presenta grandi difetti, non è più adatta alle attuali esigenze di utilizzo e non può essere riprogettata in modo flessibile, sono necessari approcci di intervento radicali: un nuovo edificio sostitutivo o una ristrutturazione globale a costi vantaggiosi (cfr. lavori di Lacaton & Vassal). Un nuovo edificio sostitutivo offre nuovo spazio: lo sfruttamento del suolo può essere semplicemente aumentato ed il mix di utilizzo può essere ridefinito, portando a rendimenti migliori. Un nuovo edificio di alta qualità può anche migliorare il quartiere e renderlo più vivibile.

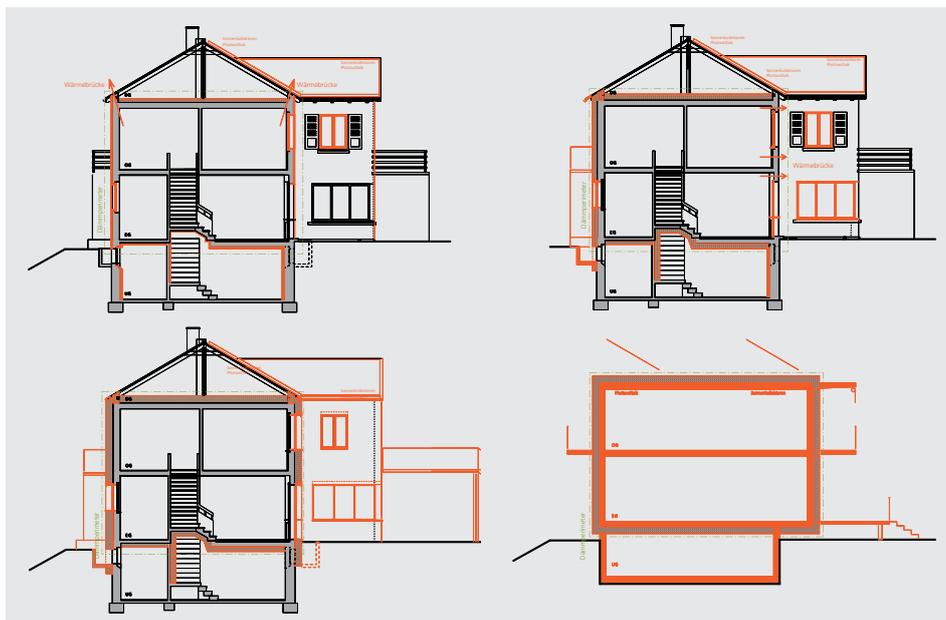
**6. Utilizzo temporaneo:** L'utilizzo temporaneo non solo dà il tempo di progettare la conversione, ma anche di trovare un uso adeguato per l'edificio. Può mostrare a cosa potrebbe servire l'edificio, può aiutare un edificio precedentemente vuoto ad ottenere una nuova accettazione nel quartiere o attirare potenziali futuri utenti e ri-

svegliare il loro interesse. I progetti di uso temporaneo del Baubüro in situ a Basilea dimostrano il potenziale e l'interesse di questa strategia.

### Quale progetto di costruzione continua?

**È sempre vantaggioso prevedere diverse soluzioni strategiche:** L'elaborazione di più varianti di progetto esige la verifica delle misure necessarie a corto, medio e lungo termine. È importante valutare e analizzare gli obiettivi, le condizioni quadro, le qualità e l'eventuale valore aggiunto.

- Coinvolgimento di esperti.
- Qualità architettonica, atmosfera, densità.
- Preservare, rafforzare e creare nuove qualità immateriali.
- Studi di fattibilità con stime di costi e ricavi.
- Valutazione dei rischi economici con una stima dei costi attendibile.
- Gli studi sulle varianti consentono a committenti e progettisti di definire la migliore strategia.
- Basso consumo energetico a lungo termine per essere il più possibile indipendenti dalle fluttuazioni dei prezzi delle fonti energetiche. Evitare l'olio combustibile come vettore energetico.
- Utilizzo delle energie rinnovabili.



*Esempio di uno studio di varianti.*

- Contributo alla biodiversità.
- Gestione coerente dell'acqua (utilizzo di acque grigie, acque reflue, acqua piovana).
- Spazi esterni di qualità.
- Definire i punti critici.

Le possibili soluzioni non si limitano, nel futuro, al solo edificio, ma si estendono al quartiere, ad un'intera zona abitativa o addirittura ad una regione. Per questi motivi è necessario pensare a soluzioni radicali che derivano per esempio da una periferia forte e da centri dinamici, testimonianza di una Svizzera composta da regioni diverse, immagine della sua cultura costruttiva in tutta la sua diversità e la sua ricchezza.

**Nella pratica:** È opportuno prendere contatto al più presto con le imprese e gli specialisti allo scopo di analizzare lo stato della costruzione. Sono richieste a tal proposito competenze professionali che devono essere adeguatamente retribuite. È opportuno mettere sempre in discussione in modo intelligente i processi e le condizioni quadro:

- Una riflessione a lungo termine è redditizia?
- I materiali da costruzione scelti possono essere semplicemente sostituiti o risanati?
- Il tipo e il mix di utilizzo è corretto?
- È necessario prestare particolare attenzione alla problematica dei raccordi tra le diverse parti d'opera nella trasformazione degli edifici?
- I costi di manutenzione rappresentano un rischio?
- Esiste una migliore qualità dell'abitare unita a delle emissioni ridotte di CO<sub>2</sub>?
- È possibile abitare in modo autentico?
- L'edificio, il quartiere, la città sono servite da centrali autonome e post-fossili?
- Gli edifici sono progettati in modo sostenibile e con qualità?
- Gli edifici producono allo stesso tempo l'energia necessaria per la mobilità dei propri abitanti?
- Dei pannelli solari sono integrati nel tetto e nelle facciate dell'edificio?
- I costi energetici per i prossimi anni sono stati valutati?

- Che valore aggiunto porta l'edificio alla qualità della vita nel quartiere, nel Comune o nella città?

#### **Fase di esecuzione e di realizzazione:**

Questa fase richiede una grande attenzione da parte di tutte le parti coinvolte. È fondamentale considerare opportunamente le costruzioni esistenti, poter reagire in modo appropriato agli imprevisti, che possono svilupparsi durante la costruzione e saper prendere delle decisioni in modo rapido e prudente durante tutto lo svolgimento del progetto.

**Comunicazione:** Per raggiungere gli obiettivi della futura costruzione continua, il concetto di comunicazione è essenziale. Tutte le persone coinvolte (committenti, progettisti, esperti di conservazione, ingegneri edili e imprenditori) devono poter dialogare in merito agli obiettivi da raggiungere e sulle relative soluzioni attraverso un dibattito critico. Oggi finanziamo, progettiamo e costruiamo gli edifici anche per le generazioni «post-fossili».

#### **Una visione a lungo termine porta al successo**

Investire nel rinnovo degli edifici significa investire sul futuro. Questo deve risultare da un dibattito intenso e trasparente. Per realizzare con successo una costruzione continua è necessario attuare processi complessi che implicino dall'inizio decisioni importanti e la definizione delle condizioni quadro. Un'analisi e una valutazione precise dello scopo da raggiungere e delle risorse a disposizione, unite ad una visione a lungo termine ed una stima delle possibilità e dei rischi, permettono di disporre di forti basi decisionali. Oggigiorno per poter essere convincenti, le strategie di rinnovo e di costruzione continua devono essere innovatrici, creative, globali ed estetiche. Tutte le parti coinvolte devono applicarsi nella progettazione della costruzione. Questo è possibile grazie ad un concetto globale convincente, ponderato e localizzato, con obiettivi a lungo termine e la possibilità d'intervenire in modo modulare. È essenziale rimettere sempre in discussione gli aspetti, i criteri ed i limiti del

*Sala parrocchiale a St-Saphorin-sur-Morges di atelier niv-o. (Foto: Thomas Jantscher)*



sistema presentato e di ricalibrare sempre la progettazione. L'elaborazione di diverse soluzioni di progetto comporta un esame sulle misure necessarie a corto, medio e lungo termine.

### Edificio come sistema

I vecchi edifici sono dei sistemi altamente differenziati che reagiscono in modo molto sensibile alle modifiche. Un buon numero di cose devono essere considerate o analizzate in profondità e le decisioni devono essere giustificate basandosi su criteri chiari di costruzione sostenibile. In archi-

«Gli architetti progettisti, che lavorano sugli edifici esistenti, non devono assumersi sostanzialmente compiti supplementari rispetto alla nuova costruzione. La valutazione degli edifici esistenti, il riconoscimento delle possibilità di cambiamento sostenibili nel settore economico, ecologico e architettonico, la conoscenza del comportamento d'invecchiamento delle parti costruttive insieme alla gioia e alla curiosità nei confronti della costruzione esistente, sono aspetti fondamentali. Si è alla ricerca quindi di architetti progettisti, autonomi e flessibili nella loro posizione, in grado di sviluppare concetti di rinnovo e comunicare con efficacia i risultati della loro attività. Questo lavoro può essere svolto con successo in un piccolo team, dove una persona generalista gioca un ruolo fondamentale.»

Jürg Gredig, Martin Halter, Urs Hettich, Niklaus Kohler

dell'efficienza energetica e delle strategie di coibentazione, includendo dei concetti energetici intelligenti, le qualità architettoniche non devono in nessun caso essere sacrificate a scapito delle esigenze d'isolamento termico.

Le conoscenze e le competenze sugli edifici, i quartieri e le zone urbane energeticamente efficienti sono altrettanto importanti quanto la capacità di favorire una mobilità sostenibile e meno inquinante. Oggi finanziamo, progettiamo e costru-

iamo degli edifici anche per le generazioni «post-fossili». Non è più possibile aspettare visto che il nostro patrimonio costruito manterrà per lungo tempo quello che oggi gli offriamo.

### Economia

La costruzione sostenibile include una verifica dei costi ed un controllo di pertinenza. Per poter applicare le prestazioni richieste in un sistema determinato da più fattori è necessario attribuire maggiore valore alle competenze di progettazione globale. Questo vale anche per i compiti quotidiani di costruzione continua (segmento di bassa qualità). Ogni prestazione deve poter avere il proprio prezzo.

### Contributo culturale e qualità estetica

Il contenuto dell'architettura è dato dall'indefinito e dall'indeterminato, dall'inconsciente e dall'impressione. In definitiva, i progetti di costruzione continua devono imporsi per l'alta qualità del loro design. Per questo motivo è necessario favorire una migliore comunicazione tra tutte le parti coinvolte nel progetto per la realizzazione dinamica e concreta di una costruzione efficiente dal punto di vista energetico, senza compromettere la qualità architettonica. Le possibili soluzioni non si limitano, nel futuro, al solo edificio, ma si estendono al quartiere, ad un'intera zona abitativa o addirittura ad una regione. Per questi motivi è necessario pensare a soluzioni radicali che derivano per esempio da una periferia forte e da centri dinamici, testimonianza di una Svizzera composta da regioni diverse, immagini della sua cultura costruttiva. Soluzioni che integrino le innovazioni e rispettino lo spazio come risorsa. Piuttosto che favorire la concorrenza tra i comuni in materia fiscale (ad ogni costo), bisogna favorire una collaborazione vivibile e costruttiva. Lo spreco del nostro territorio dovuto ad un'esuberante mobilità può essere frenato unicamente attraverso una pianificazione territoriale che ponga l'interesse pubblico davanti a quello privato. I concetti devono presentare l'apertura e la flessibilità richieste per permettere in ogni momento di reagire ad eventuali cambiamenti.

## Obiettivi della costruzione continua sostenibile

Alfred Breitschmid  
Dieter Schnell  
Peter Schürch

La «costruzione continua» definisce un approccio di progetto in continua evoluzione, nel quale l'esistente rappresenta il punto di partenza. L'obiettivo è di trasformare un edificio adattandolo ad un nuovo utilizzo orientato verso il futuro, senza rinnegare né mettere troppo in evidenza l'opera originale, ma accettandola come tale. In questi termini, la «costruzione continua» definisce un'architettura che non si compiace attraverso soluzioni radicali e prive di compromessi, ma aspira ad una trasformazione continua, a volte non spettacolare, del nostro ambiente. L'obiettivo principale deve essere quello di migliorare l'edificio esistente per adattarlo opportunamente ai nuovi bisogni, preservando le sue preziose proprietà, rispondendo alle nuove sfide ecologiche, economiche e sociali. Riconoscere e perfezionare l'esistente con sensibilità: è questa la vera sfida. Tra i due estremi, rappresentati dalla demolizione totale e dalla conservazione dell'esistente,

esistono un buon numero di altre soluzioni che portano ad altrettante possibilità d'intervento. I due estremi citati non sono valutati in questo libro: la demolizione totale così come la conservazione possono essere altrettanto pertinenti come altre soluzioni intermedie, a dipendenza della situazione. Non esiste una costruzione continua standard applicabile per ogni caso, ma unicamente una costruzione continua adatta ad una determinata situazione.

Gli obiettivi dell'edilizia sostenibile sono definiti in stretta conformità con la norma SIA 112/1 «Costruzione sostenibile – Edificio». Le tre aree A «Società», B «Economia» e C «Ambiente» sono suddivise in 21 criteri con i relativi obiettivi (Tabella 1.1). Rispetto alla raccomandazione SIA 112/1 sviluppata principalmente per le nuove costruzioni, la costruzione continua comporta alcune divergenze che saranno trattate in seguito.



*Figura 1.1:  
Conversione di un  
edificio residenziale  
e commerciale in  
Bümplizstrasse,  
Berna, da Kast  
Kaeppli Archi-  
tekten BSA SIA.  
(Foto: Rolf  
Siegenthaler)*

## 1.1 Società

**Infrastruttura:** Un'offerta generale di beni di prima necessità e di servizi sociali e culturali garantisce un'elevata qualità della localizzazione dell'edificio. La vicinanza a tali elementi risulta cruciale.

**Solidarietà:** Solidarietà significa apertura, simpatia e disponibilità tra i membri di una società. L'accesso ai beni e alle risorse deve essere garantito a tutti.

**Contatti sociali:** I vecchi edifici sono o facevano già parte di un tessuto sociale; la gente viveva o lavorava in tali edifici ancor prima degli interventi di rinnovo. Gli abitanti del quartiere conoscono l'edificio e vi associano certi significati e stati d'animo. Tutto questo deve essere percepito preliminarmente al fine di reagire in modo consapevole e specifico. Per il vicinato, il rinnovo di un edificio è sempre un evento emotivo. Una buona comunicazione, un'alta qualità d'utilizzo degli spazi e la partecipazione creano la necessaria accettazione.

**Utilizzo e valorizzazione:** I vecchi edifici oltre a permettere numerose nuove possibilità d'utilizzo, possono anche comportare dei limiti. Essi non possono essere tutti convertibili a qualsiasi utilizzo. A volte lo stesso

luogo di costruzione, il quartiere o il valore dell'edificio non permettono determinate prospettive d'utilizzo. Capita spesso che si voglia conseguire troppa superficie utile (interrato di più livelli, ampliamento del sottotetto, ecc.). I vecchi edifici non hanno unicamente un potenziale d'utilizzo, ci richiamano alle abitudini di vita delle precedenti generazioni. Nel corso degli ultimi quarant'anni il fabbisogno di superficie utile per persona in Svizzera è praticamente raddoppiato. È naturale che questo aumento è in contraddizione ad uno sviluppo sostenibile ed ecologico. Sarebbe opportuno che questi edifici ci insegnino a rinunciare alla voglia di avere sempre qualcosa in più. I progetti di costruzione continua hanno un reale successo solo quando il nuovo utilizzo può essere integrato il più semplicemente possibile nell'opera esistente.

**Progettazione:** Gli edifici appartengono all'immagine di un luogo, di un quartiere, di una strada. La loro parvenza testimonia un tempo passato ed esprime l'atmosfera dell'epoca. Allo stesso modo in cui uno stilista di moda considera l'età, il colore dei capelli e degli occhi, il viso e lo stile del suo cliente, l'architetto deve assimilare gli

**Tabella 1.1:**  
Sostenibilità con tre settori, 21 criteri rilevanti per la valutazione. (Fonte: SIA 112/1)

Settore	Criteri	Obiettivo
A – Società (sociale)	A.1 Infrastruttura	Fornitura di servizi di base adeguati nella zona circostante
	A.2 Solidarietà	Contributi alla giustizia sociale in una società solidale
	A.3 Contatti sociali	Creare luoghi di incontro e di appartamento
	A.4 Utilizzo	Elevata qualità d'utilizzo e possibilità di appropriazione
	A.5 Progettazione	Creazione di valore, identità e innovazione con un'architettura di alta qualità
	A.6 Benessere	Elevato senso di sicurezza e spazi interni ed esterni confortevoli
	A.7 Partecipazione	Alto livello di accettazione attraverso un processo partecipativo
B – Economia (economia)	B.1 Luogo	Sviluppo a lungo termine e ottimale della qualità del luogo di costruzione
	B.2 Equilibrio	Quadro sociale intatto attraverso l'equilibrio economico
	B.3 Densificazione	Buona infrastruttura ed elevato utilizzo attraverso una densificazione di qualità
	B.4 Commercializzazione	Corrispondenza tra domanda e offerta
	B.5 Innovazione	Sostenibilità futura attraverso l'innovazione e l'impegno per lo sviluppo sociale
	B.6 Capacità di agire	Capacità di agire grazie a finanziamenti sicuri e rischio calcolato
	B.7 Costi sul ciclo di vita	Investimento ottimizzato e bassi costi di esercizio e di manutenzione
C – Ambiente (ecologia)	C.1 Mobilità	Mobilità rispettosa delle risorse e dell'ambiente che favorisce percorsi brevi
	C.2 Sufficienza	Riduzione dei requisiti a ciò che è essenziale e necessario
	C.3 Biodiversità	Conservazione e promozione della diversità degli habitat e delle specie
	C.4 Durabilità	Costruzione ottimizzata a favore della flessibilità e della durata
	C.5 Cicli dei materiali	Basse emissioni e attenzione ai cicli dei materiali
	C.6 Realizzazione	Progettazione rispettosa delle risorse e del clima
	C.7 Esercizio	Bassa domanda di energia e copertura con fonti di energia rinnovabili

aspetti estetici di un edificio esistente per ottenere un buon risultato. Forzare un edificio relativamente vetusto ad assumere un'estetica che non gli appartiene, è altrettanto sbagliato che consigliare ad un'anziana signora di indossare dei tacchi a spillo. Nell'ambito della costruzione continua si tratta piuttosto di rafforzare le qualità già presenti in modo da raggiungere la giusta armonia facendo coesistere il vecchio e il nuovo. Questo senza deturpare, distruggere o mettere troppo in evidenza la costruzione vetusta, ma semplicemente accettando la sua esistenza.

**Salute e benessere:** Le costruzioni e i locali antichi trasmettono un'atmosfera specifica, che molte persone apprezzano in modo particolare. Questa atmosfera è una qualità che è necessario rinforzare. Negli appartamenti contemporanei è oggi frequente l'abbattimento dei muri non portanti per creare degli ampi spazi moderni. Questo procedimento annulla completamente l'atmosfera delle abitazioni senza garantire un risultato equivalente. Sul piano della salute degli occupanti i vecchi edifici hanno il vantaggio di non avere particolari problemi relativi a sostanze o altri solventi nocivi presenti nell'aria visto che tali prodotti sono evaporati ed eliminati nel corso degli anni. Sono invece possibili problematiche legate all'amianto, all'umidità e alla formazione di muffe che esigono immediate misure di risanamento.

**Partecipazione:** il coinvolgimento dei portatori d'interesse nel processo di pianificazione genera consenso e assicura un'adeguata considerazione dei diversi fabbisogni.

## 1.2 Economia

**Posizione:** La posizione degli edifici è di importanza centrale per la fruibilità, la commerciabilità e la redditività di una proprietà. Questo include fattori come l'accessibilità, i collegamenti di trasporto del luogo, ma anche la varietà, la densità e la qualità dell'ambiente circostante.

**Equilibrio:** tutti i membri di una società dovrebbero avere accesso a beni, finanziamenti e risorse. L'interazione tra iniziativa personale e azione politica può creare un quadro di stabilità e fiducia reciproca.

**Densificazione:** La densificazione di alta qualità promuove l'attrattiva di un luogo e ha un elevato potenziale economico. Più l'area è intensamente popolata, più l'infrastruttura può essere utilizzata in modo efficiente.

**Valore commerciale:** Le qualità atmosferiche di un vecchio edificio sono anche di rilevanza economica. Il cachet storico è un bene non riproducibile e quindi gode di un valore sul mercato. Se è possibile preservare l'unicità di un edificio storico, ci saranno appassionati disposti a pagare. Come dimostrano il commercio dell'antiquariato e il numero sempre crescente di mercati delle pulci e di borse dell'usato, l'interesse per le vecchie merci è in forte crescita da decenni e non ci sono indicazioni che la tendenza possa diminuire nel prossimo futuro.

**Innovazione:** per potersi adattare alle mutevoli esigenze, sono necessarie innovazioni nei processi, nei prodotti e nei concetti di utilizzo.

**Capacità di agire:** Previsioni di costo il più possibile accurate permettono di adottare una strategia di ottimizzazione anziché una strategia di massimizzazione, il che può comportare notevoli differenze sia in termini di costruzione che finanziarie. La sopraelevazione di un tetto è di solito operazione molto costosa, ma può anche risultare molto interessante a copertura finanziaria di una ristrutturazione completa. Vale la pena di considerare e confrontare diverse strategie di rinnovo.

**Costi del ciclo di vita:** I materiali da costruzione di edifici storici esigono una manutenzione particolare. Quanto prima un difetto è individuato e riparato, più quest'ultimo rimane limitato così come i suoi costi di riparazione.

L'ottimizzazione dei costi di esercizio e di manutenzione esige quindi un accurato concetto di manutenzione. Quando si risana un vecchio edificio, i costi di costruzione previsti e anche i costi del ciclo di vita devono essere calcolati con precisione in tutti i suoi elementi, poiché alcune misure che possono non essere assolutamente necessarie possono causare costi molto elevati.

La costruzione continua sostenibile permette di dare agli edifici un futuro più sicuro sul piano economico, facendo in modo che l'edificio risponda alle nuove esigenze per un lungo periodo. Durante la progettazione è essenziale prevedere i futuri interventi di rinnovo. L'utilizzo di elementi «reversibili», l'impiego di parti costruttive sottoposte ad usura facilmente sostituibili e l'utilizzo di superfici adattabili, permette di evitare sul lungo termine interventi più costosi.

### 1.3 Ambiente

**Mobilità:** Le domande sulla mobilità possono essere argomenti essenziali a favore o contro un nuovo utilizzo. Concetti interessanti per il traffico non motorizzato e buoni collegamenti con i trasporti pubblici riducono le emissioni di rumore, di inquinanti atmosferici e di gas serra.

**Sufficienza:** La limitazione, soprattutto in termini di sfruttamento del suolo, è un fattore chiave che può essere influenzato nella pianificazione del futuro utilizzo.

**Biodiversità:** I vecchi edifici hanno già una progettazione ambientale. Anche in questo caso, si applica il principio secondo cui l'ambiente esistente deve essere considerato come il punto di partenza per le considerazioni di progettazione. Nel caso ideale, il costruito viene rafforzato dalla nuova progettazione. Per quanto riguarda l'uso sostenibile del suolo, un maggiore utilizzo è generalmente da accogliere positivamente quando si rinnovano vecchi edifici. Questo maggiore utilizzo non dovrebbe però sovraccaricare l'edificio, ma in caso di dubbio dovrebbe essere implementato con l'aggiunta di un nuovo edificio o di un ampliamento. Lo spazio esterno perso, utilizzato dalla densificazione del costruito, può portare maggiore qualità se progettato con cura.

**Durabilità:** I vecchi edifici sono costruiti con materiali abbinati in maniera sistematica. In altre parole, i materiali da costruzione sono legati li uni agli altri con precisione e le loro proprietà si completano generalmente in modo ottimale. Per la scelta di nuovi materiali da costruzione è dunque naturale basarsi su quello che già esiste.

È necessario prestare attenzione al fatto che i nuovi materiali non danneggino i vecchi (il calcestruzzo assorbe per esempio diversi sali appartenenti alla malta di calce esistente, deteriorandola a medio e lungo termine) o non li sottopongano a sollecitazioni supplementari (peso, umidità, ecc.). Dato che il comportamento a lungo termine dei nuovi materiali da costruzione apparsi sul mercato è in generale ancora poco conosciuto, si può raccomandare di privilegiare i materiali tradizionali rispetto ai prodotti più recenti. I vecchi edifici non erano stati realizzati nell'ottica di rispettare le possibilità tecniche di oggi. Valori d'isolamento troppo elevati, ad esempio, possono modificare totalmente l'equilibrio igrotermico di una costruzione esistente e causare di conseguenza problemi importanti, come la formazione di muffe o funghi sulle parti costruttive in legno.

**Cicli dei materiali:** Nell'estrazione, nella produzione, nella lavorazione e nello smaltimento dei materiali da costruzione è importante evitare le sostanze nocive e chiudere il ciclo dei materiali in modo opportuno.

**Realizzazione:** Strutture compatte, planimetrie ben strutturate, concetti energetici intelligenti, la separazione termica degli spazi in diverse zone climatiche e l'utilizzo sostenibile dei materiali, contribuiscono a ridurre l'energia grigia e le emissioni di gas serra.

**Esercizio:** L'ottimizzazione delle installazioni tecniche e dunque l'energia utilizzata dalle vecchie costruzioni, non può raggiungere gli standard richiesti per i nuovi edifici. Le esigenze di comfort, in costante aumento per gli spazi interni, hanno delle ripercussioni importanti sul consumo energetico. Nel caso di una nuova costruzione, tutti gli spazi sono considerati allo stesso modo, questo tipo di trattamento non è in nessun caso necessario per una costruzione vetusta. In effetti, attraverso un concetto di progettazione molto differenziato, nel quale i locali non sono scaldati allo stesso livello di temperatura, né ventilati o raffreddati, è possibile raggiungere un'importante riduzione dell'energia utile.



### La rosetta della sostenibilità

Il successo di un'architettura globale e sostenibile implica delle realizzazioni appropriate in tutti i settori della società (sociale), dell'economia (economico) e dell'ambiente (ecologico). La rosetta della sostenibilità, elaborata dalla Scuola Professionale Universitaria di Berna, permette di rappresentare in forma grafica, valutare e discutere i settori descritti (Figura 1.3). Ad ogni campo d'azione è associata una valutazione soggettiva da 0 (minimo) a 10 punti (massimo), sulla base dei criteri indicati. Allo scopo di rendere concreta e plausibile la valutazione qualitativa e quantitativa, la stima dei differenti criteri deve essere giustificata. Essa può essere espressa grazie ad un testo di valutazione o tramite una tabella corrispondente. Un progetto sostenibile è rappresentato graficamente da una rosetta della sostenibilità equilibrata all'interno di un dodecaedro. La rosetta della sostenibilità non è uno strumento di certificazione oggettivo, ma unicamente uno strumento didattico, che

permette di rappresentare una stima personalizzata degli sforzi necessari alla realizzazione degli aspetti dello sviluppo sostenibile di un progetto, progettato od eseguito. L'aumento delle conoscenze relative ai diversi criteri, permette di intraprendere discussioni pertinenti, allo scopo di ottimizzare un'architettura globale e sostenibile, come anche lo sviluppo di zone abitative. La rosetta della sostenibilità può anche essere utilizzata per discutere e decidere in merito a diverse varianti all'interno di uno stesso progetto.

### La doppia rosetta della sostenibilità

Allo scopo di valutare e discutere un rinnovo nell'ambito di una costruzione continua, può essere utilizzata la doppia rosetta dalla sostenibilità (Figura 1.4), che permette la valutazione di un progetto prima e dopo gli interventi. Ben inteso la proposta di progetto deve tendere verso un miglioramento della situazione esistente, ciò è visibile nella doppia rosetta dalla sostenibilità.

*Figura 1.2:  
Edificio plurifamiliare ristrutturato a Berna da Halle 58  
Architekten, Berna.  
(Foto: Christine Blaser)*

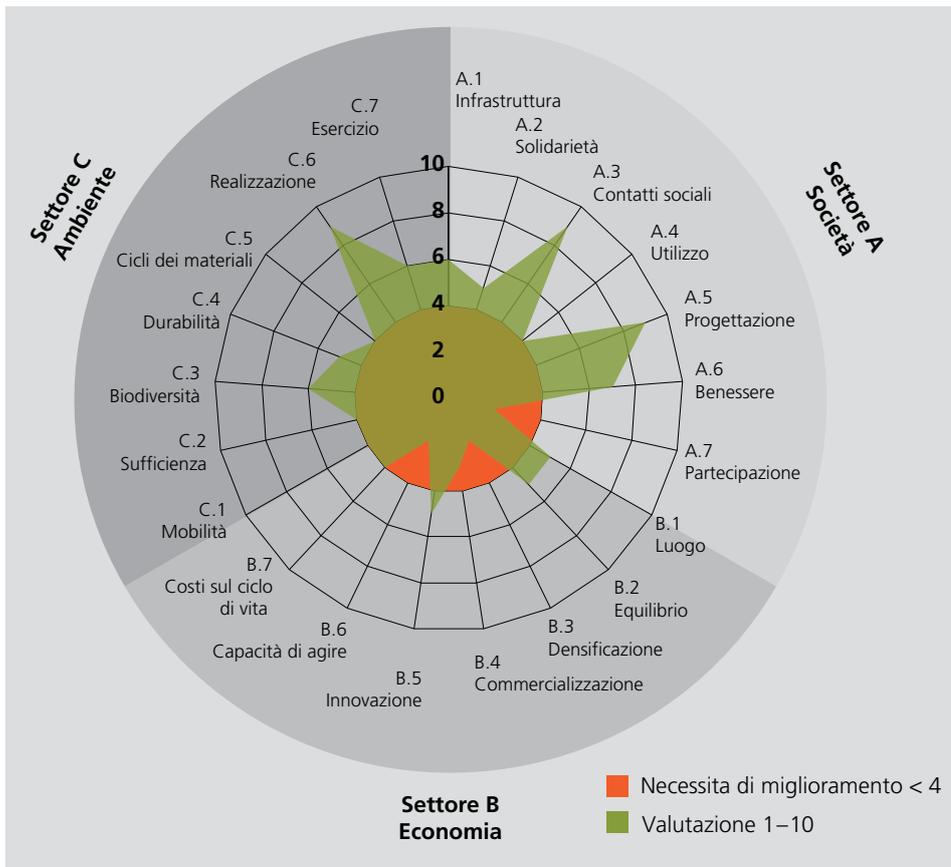


Figura 1.3:

La semplice rosetta della sostenibilità con le tre aree «Società», «Economia», «Ambiente» e 21 criteri. I punti vengono assegnati (minimo 0, massimo 10 punti) in base alla valutazione di criteri specifici. Affinché l'implementazione degli obiettivi di sostenibilità abbia successo, è necessario ottenere buoni risultati in tutte e tre le aree. Se la soglia di qualità della sostenibilità non è soddisfatta (4 punti), è necessario intervenire. Oltre alle raccomandazioni della SIA 112/1, sono stati definiti sette criteri per area (Tabella 1.1). (Fonte: SIA 112/1)

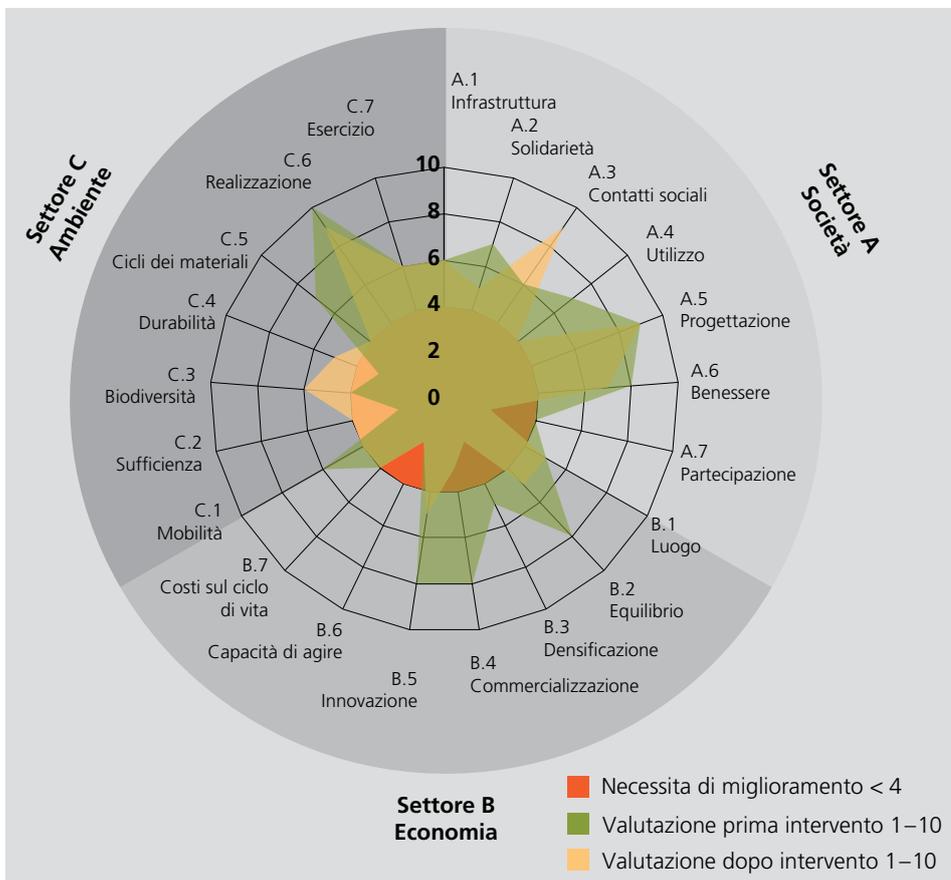


Figura 1.4:

La doppia rosetta della sostenibilità per la valutazione di un progetto prima e dopo l'intervento. Sulla base della situazione iniziale (area gialla), sono mostrati i miglioramenti (area verde). (Fonte: SIA 112/1)

#### Società

- Comunità
- Progettazione
- Utilizzo, collegamenti
- Benessere e salute

#### Economia

- Edificio e sostanza immobiliare
- Costi delle installazioni
- Costi di esercizio e manutenzione
- Valore aggiunto, mercato immobiliare

#### Ambiente

- Materiali da costruzione
- Energia utile
- Suolo, natura e paesaggio
- Infrastruttura

## 1.4 Valutazione della sostenibilità

Philippe  
Lustenberger

Saranno presentati di seguito degli esempi che illustrano i campi d'azione che possono influenzare la sostenibilità di un edificio e il modo con il quale i criteri possono essere rappresentati. Questi campi d'azione formano anche una base di valutazione della sostenibilità, come descritto al capitolo 1 «Obiettivi della costruzione continua sostenibile». Inoltre, tali campi d'azione sono descritti nella norma SIA 112/1, «Costruzione sostenibile – Edificio», riferimento per la comprensione della norma SIA 112. Questi campi d'azione in ambito della sostenibilità beneficiano di qualche complemento rispetto alla norma SIA 112/1. Prevedere la sostenibilità in maniera globale è un dovere assoluto, sia durante la fase di progettazione dell'edificio che in quella di realizzazione e di esercizio.

### Esempio 1: Ambiente, criterio della sufficienza secondo l'esempio del fabbisogno di superficie abitabile, del cambiamento e della futura crescita demografica in Svizzera

Si fa riferimento ai seguenti capitoli:

- Capitolo 4 «Processi di progettazione, strategia e comunicazione».
- Capitolo 5 «Sostenibilità economica».
- Capitolo 7 «Protezione fonica».

Secondo l'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE), le superfici abitative sono in continua crescita negli ultimi decenni. Da un valore di superficie abitativa di 34 m<sup>2</sup> per persona registrato nel 1980, si è passati a 46 m<sup>2</sup> per persona nel 2017. La previsione per il 2030, effettuata dall'ARE, indica un fabbisogno di superficie abitativa indicativa di 55 m<sup>2</sup> per persona. L'Ufficio federale della statistica prevede un aumento della popolazione da 8,3 milioni di abitanti registrati nel 2015 a 9,5 milioni nel 2030, rispettivamente a 10,2 milioni nel 2045. Ciò corrisponde ad un aumento del 14,5% rispettivamente 22%. Se si considerano le singole regioni l'aumento della popolazione evolve in maniera differente: i cantoni più toccati da un incremento della popolazione sono i cantoni Friburgo, Vaud, Turgovia, Araau, Vallese, Zurigo, Zugo e Lucerna, con un aumento che varia dal 23 al 41%. Visto che le esigenze di qualità aumentano anche in ragione del cambiamento demografico (piramide dell'età, aumento della ricchezza, aumento del numero delle unità domestiche composte da una sola persona, ecc.) si prospetta un'evoluzione analoga in materia dell'abitare e della pianificazione territoriale.

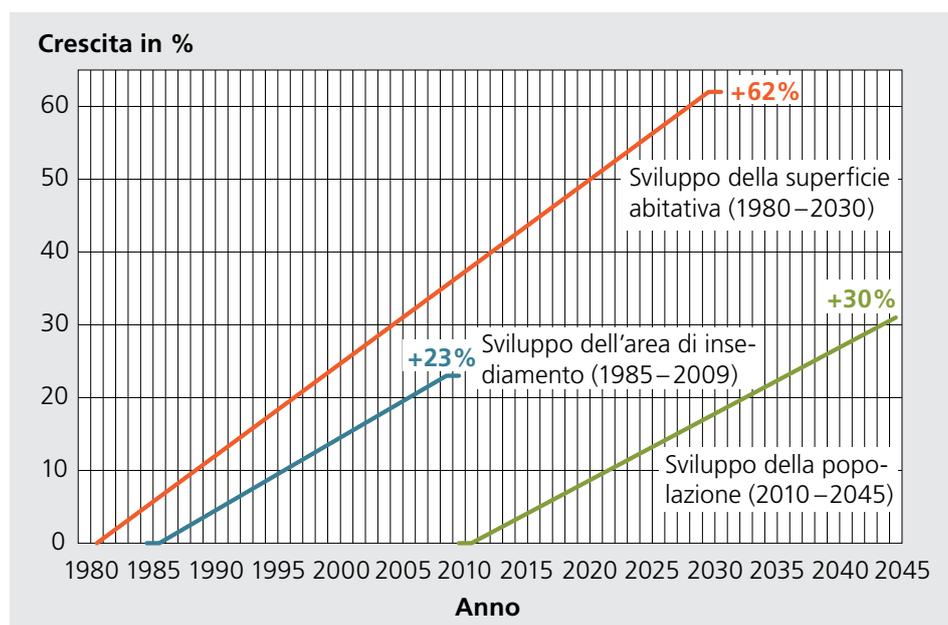


Figura 1.5: Confronto tra crescita della popolazione, area d'insediamento e superficie abitabile in percentuale. (Fonte: ARE, 2011)

**Esempio 2: Settore Economia, campo d'azione sostanza immobiliare, criterio struttura dell'edificio, esempio della separazione dei sistemi costruttivi del Canton Berna**

Si fa riferimento ai seguenti capitoli:

- Capitolo 8 «Struttura portante».
- Capitolo 9 «Siti contaminati, materiali nocivi, concetto dei materiali».

**Definizione dei diversi livelli di sistema:**

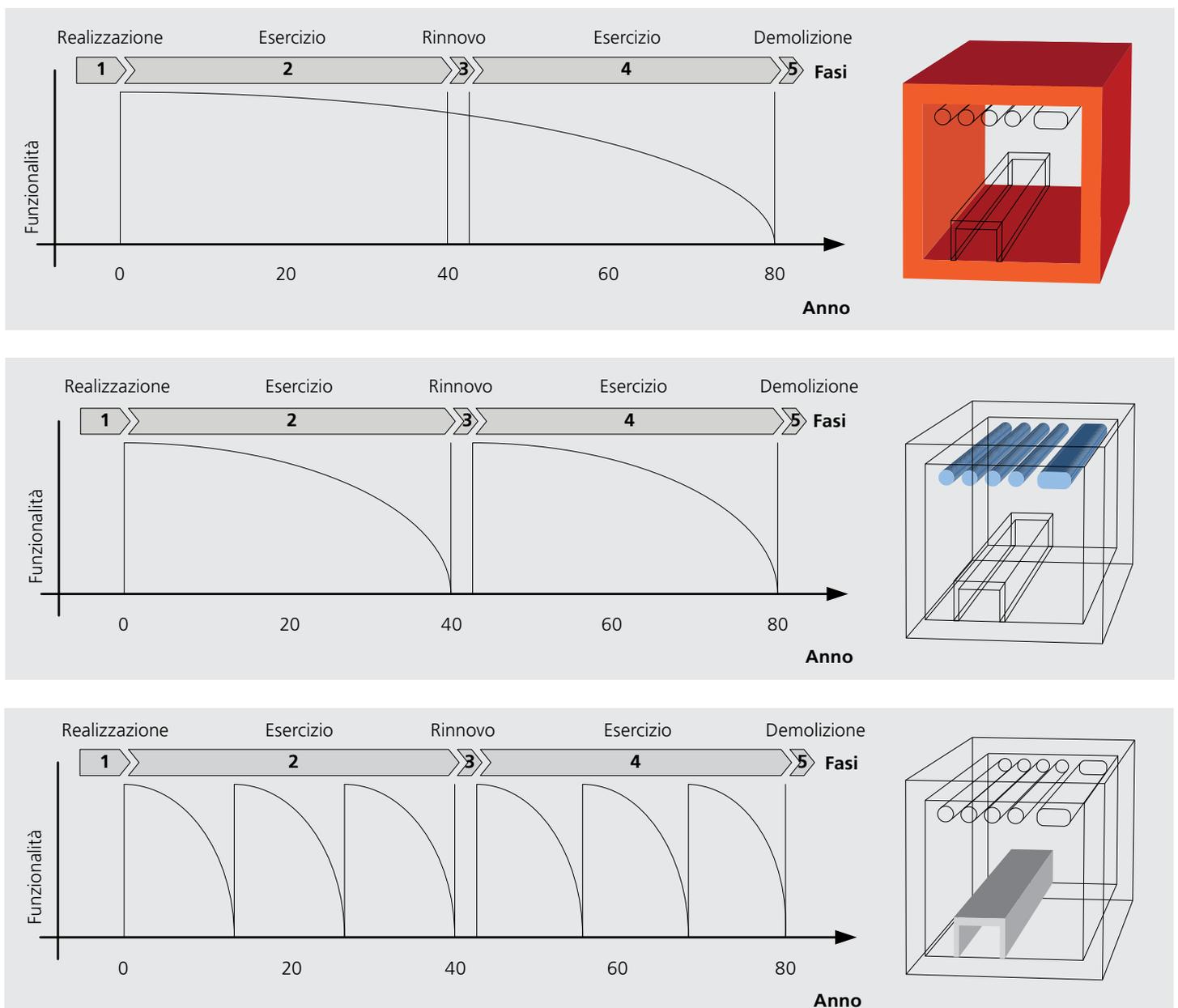
la «separazione dei sistemi costruttivi» definisce la separazione degli elementi costruttivi aventi durate di vita differenti. Troppo spesso degli elementi costruttivi

aventi una corta durata di vita sono legati in maniera inscindibile ad elementi di lunga durata di vita. Nel concetto della separazione dei sistemi costruttivi, la durata di vita complessiva è ridotta a quella dell'elemento avente la durata di vita più corta (ad es. condotte posate in getto nel calcestruzzo). L'obiettivo è quello di separare gli elementi che hanno delle caratteristiche operazionali, tecniche e funzionali diverse, durante la fase di progettazione e di realizzazione. La sostituzione di componenti individuali, può in questo modo essere realizzata, senza che sia necessario eliminare degli elementi ancora funzionanti. Questo

*Figura 1.6:*  
Durata di vita e separazione del sistema primario.

*Figura 1.7:*  
Durata di vita e separazione del sistema secondario.

*Figura 1.8:*  
Durata di vita e separazione del sistema terziario.



processo garantisce la futura qualità di utilizzo. La separazione dei sistemi costruttivi avviene su tre livelli: sistema primario, secondario e terziario.

#### **Sistema primario**

Il sistema primario concerne investimenti a lungo termine (da 50 a 100 anni) e forma il quadro in prevalenza invariabile che ingloba il sistema secondario. I principali elementi che lo compongono sono:

- La struttura portante (orizzontale e verticale).
- L'involucro edilizio (facciate e tetto).
- Gli allacciamenti esterni (urbanizzazione del fondo).
- Gli allacciamenti interni (distribuzioni orizzontali e verticali principali).
- La struttura di base per le installazioni tecniche (concetto di distribuzione orizzontale e verticale, posizione dei locali tecnici).

#### **Sistema secondario**

Il sistema secondario concerne investimenti a medio termine (da 15 a 20 anni) e dovrebbe presentare un elevato grado di flessibilità. Esso si adatta facilmente all'evoluzione dei bisogni ed è composto principalmente dai seguenti elementi:

- Finiture interne (pareti, pavimenti, soffitti).
- Installazioni tecniche.
- Illuminazione, installazioni di sicurezza e di comunicazione.

#### **Sistema terziario**

Il sistema terziario concerne investimenti a corto termine (da 5 a 15 anni) e deve poter essere modificato senza bisogno di importanti lavori di costruzione. Comprende principalmente gli elementi seguenti:

- L'arredamento fisso e mobile.
- Gli apparecchi (compresi gli allacciamenti al sistema secondario).
- Il cablaggio informatico.

#### **Esempio 3: Settore ambiente, ciclo di vita dei materiali e realizzazione, esempio ecobilancio**

Si fa riferimento ai seguenti capitoli:

- Capitolo 5: «Sostenibilità economica».
- Capitolo 9: «Siti contaminati, materiali nocivi, concetto dei materiali».
- Capitolo 11: «Concetto energetico».
- Capitolo 12: «Produzione di calore e fornitura di energia elettrica».

I dati degli ecobilanci si basano sui flussi di materiali e di energia specifici ad un dato settore, che sono valutati in termini d'impatto sull'ambiente. Nella raccomandazione della KBOB (Conferenza di coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili dei committenti pubblici), la valutazione globale avviene tramite il metodo della scarsità ecologica espressa attraverso i punti d'impatto ambientale (PIA). Questo metodo permette di valutare le diverse scelte:

- paragonando tra loro differenti tipi di costruzione
- confrontando la demolizione o il mantenimento della struttura esistente e dunque un carico ambientale nuovo o intrinseco.

Se si applica il metodo del calcolo dei punti d'impatto ambientale come base decisionale per la demolizione o la conservazione della costruzione esistente, è necessario anche considerare il guadagno d'efficienza tra la struttura esistente e quella nuova, che influenza positivamente o negativamente i costi d'esercizio nella fase d'utilizzo dell'edificio.

## 1.5 Fonti

- AGG Bern, Direttive relative alla separazione dei sistemi costruttivi, 2009: Direttiva Separazione dei sistemi, Ufficio dei terreni e degli immobili del Canton Berna, Reiterstrasse 11, 3011 Berna, 2009
- AGG Bern, Documentazione relativa alla separazione dei sistemi costruttivi, 2006: Documentazione Separazione dei sistemi, Ufficio dei terreni e degli immobili del Canton Berna, Reiterstrasse 11, 3011 Berna, 2006
- ARE, 2011: Ufficio Federale dello sviluppo territoriale, fabbisogno di superficie abitativa, Stato 13. Aprile 2011, [www.are.admin.ch](http://www.are.admin.ch)
- UST, 2011: Ufficio federale della statistica, Scenari di sviluppo demografico della Svizzera, 2015-2045; aggiornamento 30.08.2019; [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch).
- UST, 2016: Ufficio federale della statistica, Scenari di sviluppo demografico cantonali, 2015-2045; aggiornamento 30.08.2019; [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch).
- UST, 2019: Ufficio federale della statistica, Superficie abitativa media per persona per tipologia di appartamento, per Cantone; Stato dallo 02.11.2018, aggiornamento al 30.08.2019; [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch).

## Valutazione del valore architettonico

**Dieter Schnell** Gli edifici storici arricchiscono l'ambiente nel quale viviamo. Di fronte alla ricchezza dei quartieri sviluppati nella loro pluralità di strutture, forme, materiali, colori, caratterizzati dalle loro rotture e cesure, qualsiasi nuova costruzione deve restare in secondo piano.

Quando gli architetti cercano di ideare nuove costruzioni con la stessa varietà dell'esistente, i risultati sono sempre deludenti e la ricchezza risulta finta e forzata. Il segreto delle strutture storiche risiede nella loro ricchezza non intenzionale, conseguenza naturale del costruire. In primo luogo questa ricchezza risulta dall'età, dalla patina e dalla leggera alterazione dei colori e dei materiali. Secondariamente, essa si basa sulla giustapposizione casuale di oggetti differenziati. Infine, si riconosce nelle sue forme qualcosa di straordinario, che appartiene ad un lontano passato non sempre direttamente comprensibile.

### **Conservazione dei monumenti storici e protezione del patrimonio**

In Europa a seguito dei cambiamenti politici e sociali indotti dalla Rivoluzione francese, la protezione e la conservazione degli edifici rivestì un'importanza storica, e fu considerata sempre più un dovere dello stato. I governi dichiararono la preservazione dei monumenti storici d'interesse pubblico e furono elaborate le prime leggi di protezione in materia. Il dibattito attorno alla preservazione del valore degli edifici e delle procedure di restauro e conservazione si sviluppò durante 200 anni, fino a diventare la teoria dei monumenti storici in vigore oggi. Su scala internazionale questa teoria è descritta nelle carte ICOMOS, ideate sul modello della Carta di Venezia (1964). Oggi numerosi uffici cantonali dei monumenti storici dispongono di inventari completi. Questi inventari catalogano gli oggetti «degni di protezione». Il loro numero supera di rado il 5% del



*Figura 2.1:  
Ristrutturazione  
completa dell'edifi-  
cio residenziale  
Jurastrasse, Berna,  
di Kast Kaeppli  
Architekten BSA  
SIA. (Foto: Rolf  
Siegenthaler)*

totale del parco immobiliare. Di regola, la legge cantonale sulla conservazione dei monumenti storici prevede che tutti i progetti di trasformazione o di ampliamento di edifici presenti nell'inventario debbano essere supervisionati da uno specialista della conservazione dei monumenti. Conformemente alle carte ICOMOS e ai principi della Commissione federale dei monumenti storici, CFMS, questo specialista deve poter preservare l'autenticità dell'oggetto mantenendo in primo luogo la sostanza materiale e in seguito, se possibile, quella estetica, preservando l'edificio da tutte le grandi modifiche o perdite. Nel caso di lavori di conservazione rilevanti, le spese supplementari possono in parte essere compensate da sovvenzioni.

La gente confonde spesso la «conservazione dei monumenti storici» e la «protezione del patrimonio». L'Ufficio di conservazione dei monumenti storici è un'istanza cantonale che applica la legge sulla conservazione dei monumenti storici. La «Lega svizzera per la salvaguardia del patrimonio nazionale», fondata nel 1905, è un'associazione volontaria costituita da numerose sezioni e appartenente alle organizzazioni non governative. La «Lega svizzera per la salvaguardia del patrimonio nazionale» agisce sul patrimonio costruito grazie ad un consulente dedicato in materia di costruzioni, che cerca il dialogo con i responsabili nel caso in cui esistano progetti contestati. Nella maggior parte dei casi un accordo amichevole viene raggiunto. Forte del diritto al ricorso delle associazioni, la «Lega svizzera per la salvaguardia del patrimonio nazionale» può perseguire legalmente i responsabili nel caso d'infrazioni alla legge che non siano state sanzionate dai servizi della costruzione. Essa si appoggia spesso sulla «Legge federale sulla protezione della natura e del paesaggio» del 1966 o sulla «Legge federale sulla pianificazione del territorio» del 1979.

#### **Costruzione continua applicata ad edifici esistenti**

La conservazione dei monumenti storici si applica ad una piccola parte delle costruzioni esistenti. La maggior parte dei vecchi

edifici non è toccata quindi dalla Legge sulla conservazione dei monumenti storici. Tuttavia queste costruzioni non devono per questo essere vittima di pratiche di risanamento poco curate o grossolane. Anche nel caso in cui una costruzione vetusta non sia iscritta nell'inventario degli edifici «degni di protezione», una sua trasformazione o un suo ampliamento deve essere ben studiato e frutto di analisi approfondite.

Essendo sempre stata la costruzione un processo molto costoso, si presume che almeno il committente e probabilmente l'architetto, siano stati fortemente convinti di poter trarre il massimo beneficio dal capitale investito al momento dell'edificazione. Il punto di partenza di ogni costruzione, compresa quella apparentemente più insignificante, è stata e resta ancora oggi una volontà ed un obiettivo razionale. Gli edifici più sofisticati nascono da un concetto architettonico e di progettazione, così come da altre numerose volontà pianificatorie che costituiscono il concetto ideologico e intellettuale dell'opera. La «costruzione continua» professionale o il «cambiamento di destinazione» richiede ai progettisti una conoscenza precisa di questo concetto ideologico ed intellettuale. Non si tratta di seguire le volontà passate e i vecchi obiettivi, ma di comprendere l'edificio originale nella sua globalità per poter agire in maniera adeguata. Un buon numero di oggetti hanno in comune tre tipologie di rischio che bisogna evitare ad ogni costo.

#### **1. Il pericolo del sovraccarico degli spazi**

Allo scopo di ottimizzare i costi, di concentrare e di estendere le possibilità di utilizzo si cerca spesso di ricavare dalla vecchia costruzione uno spazio supplementare. Questo avviene spesso negli spazi nel solaro dell'edificio a volte attraverso un ampliamento. Nel sottotetto l'illuminazione è sempre problematica. La misura più ricorrente per ovviare a questo aspetto è di aggiungere dei lucernari o degli abbaini spesso in numero troppo elevato, ciò sovraccarica la costruzione esistente dandole un aspetto «rappezzato». L'edificio perde

*Figura 2.2:  
Ristrutturazione  
completa dell'edificio  
residenziale  
Jurastrasse, Berna,  
di Kast Kaeppli  
Architekten BSA  
SIA. (Foto: Rolf  
Siegenthaler)*



il sereno aspetto della sua copertura originale e il suo carattere naturale quasi come se indossasse un vestito troppo corto: piccolo e stretto.

Nel caso degli ampliamenti, l'interdipendenza tra la costruzione esistente e quella nuova deve essere definita in modo preciso: la nuova costruzione può essere subordinata o giustapposta a seconda dei casi, ma questa decisione deve risultare da uno studio di progettazione specifico. Nella maggior parte dei casi è sconsigliato mettere in primo piano la nuova costruzione, in quanto la costruzione esistente non è stata concepita per essere subordinata e si trova in questo modo sovrastata dalla nuova costruzione o relegata a semplice accessorio. Il sovradimensionamento degli spazi si traduce spesso nell'eliminazione dei muri divisorii allo scopo di realizzare dei soggiorni immensi o collegare la cucina alla zona giorno. Una pratica che spesso distrugge l'ambiente proprio dell'edificio originale senza che ne valghi veramente la pena.

## 2. Il pericolo del sovraccarico tecnico

Le installazioni tecniche dell'edificio si sono moltiplicate nel corso degli ultimi anni. L'utilizzo degli edifici un tempo era molto più semplice, mentre oggi c'è l'esigenza di sostituire e aumentare la parte tecnica dell'edificio. Tuttavia, sul piano finanziario e sul piano tecnico, l'integrazione delle installazioni risulta molto più complessa in una costruzione esistente rispetto ad una nuova. Anche quando queste installazioni sono integrate senza problemi tecnici ed estetici, esse implicano sempre un certo abbinamento infelice dei materiali e delle strutture esistenti. È necessario dunque ricercare delle soluzioni dove tutti gli elementi non sono considerati allo stesso livello e dove gli elementi tecnicamente più sofisticati sono disposti all'interno di una nuova costruzione. Queste soluzioni individuali mirano a raggiungere quello che è ragionevolmente fattibile, piuttosto che tendere verso valori predefiniti.

## 3. Il pericolo dell'inappropriatezza

Lo sforzo profuso per la decorazione e l'ornamento in un edificio storico, come anche la scelta dei materiali e la loro lavorazione sono sempre stati adeguati alla posizione sociale dei loro abitanti o delle istituzioni ospitate. I segni caratteristici della nobiltà (es. un ornamento gravato o del ferro forgiato nell'oro) non erano appropriati ad una casa di un prete o a maggior ragione a quella di un operaio. Questo ordine sociale deve essere riconosciuto nella «costruzione continua» ed è importante agire adeguatamente in merito. La scelta di forme, materiali e tecniche di lavoro non è unicamente una questione di gusto personale del committente o dell'architetto, ma deve corrispondere all'esistente e formare con esso un insieme convincente. I concetti di forma, materiale e di colore che caratterizzano gli interventi o gli ampliamenti devono basarsi sull'esistente. Nella maggior parte dei casi, il voler correggere e migliorare l'estetica della costruzione vetusta, genera l'effetto inverso. È preferibile in una trasformazione rafforzare le qualità preesistenti della costruzione.

### Pericoli della costruzione continua applicata ad edifici esistenti

#### I principali:

1. Il pericolo del sovraccarico degli spazi
2. Il pericolo del sovraccarico tecnico
3. Il pericolo dell'inappropriatezza

# Analisi

Dieter Schnell  
Peter Schürch

## 3.1 Comprensione dell'architettura (1)

Le prime analisi dell'edificio portano all'interpretazione globale della sua architettura. Si tratta principalmente d'identificare le intenzioni e gli obiettivi originali allo scopo di comprendere l'essenza razionale dell'edificio.

Ogni edificio è stato considerato dai suoi committenti e progettisti come la migliore soluzione possibile con i mezzi a disposizione in risposta ad un'esigenza di costruzione. Per questo motivo quando si interviene su questo tipo di struttura, progettata con cura, è essenziale comprendere prima di tutto la sua logica. In seguito inizia la fase di valutazione: le qualità dell'oggetto in termini urbanistici, storici, estetici, spaziali e materiali devono essere catalogate, descritte e caratterizzate. Questo procedimento non concerne unicamente i dati concreti ma ugualmente l'ambiente, l'atmosfera, le percezioni, in sintesi le qualità architettoniche. Per lo sviluppo del progetto, la conoscenza delle qualità deve essere accompagnata dalla conoscenza dei fattori che le costituiscono. Perché il giardino davanti all'ingresso possiede una qualità particolare? Cos'è necessario conservare imperativamente o rinforzare allo scopo di mantenere questa qualità dopo la trasformazione? Quali sono le qualità importanti per una corretta sequenza, dimensione e distribuzione dei locali? Quale influenza hanno i colori e la luce sull'atmosfera dei locali? Quali sono gli elementi che caratterizzano l'atmosfera di un luogo? Una volta identificate e precisamente descritte, le qualità di un edificio hanno maggiori possibilità di essere rafforzate da una trasformazione.

### La logica dell'originale (1.1)

All'inizio del lavoro di analisi si procede all'esame del carattere storico dell'edificio esistente. Si tratta in primo luogo di definire quando, per chi e per quale scopo è

stato edificato l'oggetto. Inoltre è interessante identificare la tipologia storica dell'edificio nelle sue caratteristiche e classificare l'edificio in termini di storia dell'architettura: si tratta di una tipologia di edificio semplice, frequente, piuttosto rara o addirittura unica? L'oggetto ha una rilevanza storica in architettura, e per quali ragioni? In seguito è opportuno studiare nel dettaglio l'integrazione dell'edificio nello spazio urbano, la sua relazione con le costruzioni storiche vicine e capire i diversi livelli di subordinazione o giustapposizione. In altri termini, si studierà la posizione della costruzione rispetto alla strada, i suoi accessi, il significato del giardino davanti all'ingresso, del giardino principale o della corte. Allo scopo d'interpretare bene l'esistente è imperativo definire la posizione sociale dell'edificio: quale era il suo rango e quali esigenze doveva soddisfare? Come è orientato l'edificio (incidenza del sole)? Qual è l'aspetto estetico determinante della facciata?

### La logica delle future modifiche (1.2)

Un altro punto importante riguarda le modifiche intraprese sull'edificio nel corso del tempo. In effetti, le aggiunte supplementari non devono per forza essere considerate come inferiori al valore degli elementi originali. Bisogna in effetti partire dal principio che ogni misura è stata considerata a suo tempo come pertinente ed adeguata alla risoluzione di un determinato problema. Tuttavia non bisogna limitarsi alle modifiche effettuate sull'edificio. Anche quelle relative all'ambiente circostante giocano un ruolo importante. Come si è sviluppato il contesto urbano? L'edificio ha subito un cambiamento importante? Le relazioni un tempo rilevanti, per esempio rispetto agli edifici vicini, al giardino, agli edifici accessori, alla corte, ecc. sono state mantenute? In questo senso è essenziale valutare approfonditamente ogni modifica. Gli interventi supplementari possono essere considerati come un arricchimento

o una complicazione, come una costruzione continua o come un punto finale. Nella fase successiva di elaborazione del concetto, gli interventi supplementari possono indicare una possibile strategia di sviluppo, una direzione già predeterminata, o anche permettere di riportare alla luce un elemento originale di particolare importanza. Lo studio approfondito di tutte le modifiche effettuate fino ad oggi presenta un altro vantaggio: quello di concepire il futuro intervento come una maglia di un'unica catena che porta ad un risultato intermedio e non finale. È fondamentale una visione a lungo termine e una riflessione accurata del progetto in prospettiva dei prossimi 40 anni.

### **Qualità dello spazio e qualità estetiche (1.3)**

Le qualità spaziali ed estetiche di un edificio sono difficilmente definibili. Per questo motivo si prova a determinarle attraverso delle domande mirate. La questione fondamentale riguarda sempre l'identificazione, possibile o meno, di una volontà progettuale. Nel caso affermativo a cosa può essere riferita questa volontà? Fino a che punto il concetto è (ancora) riconoscibile? In che misura esso è convincente? Questa questione fondamentale deve ancora essere arricchita da domande supplementari mirate ed adattate ai rispettivi locali. In primo luogo per gli spazi esterni: Quali sono i valori degli spazi esterni? Questi spazi sono semi-pubblici o privati? Come sono disposti rispetto alla strada o alle costruzioni vicine? Come sono definiti i limiti? Come sono stati valorizzati gli elementi? Per quel che concerne gli spazi interni vengono poste in generale le seguenti domande: Come è stata ideata l'entrata? Come sono organizzati i collegamenti interni? Quale logica è alla base della disposizione dei locali interni? Qual è la successione e la tipologia dei locali? Quali relazioni gerarchiche tra i locali possono essere identificate? Qual è l'orientamento dei differenti locali? Cosa si può dire a proposito della relazione con lo spazio esterno? Come sono state ideate le cucine, i bagni e i locali annessi? I locali

sono stati ideati con un grado di elaborazione differente? Ci sono degli elementi decorativi come tappeti, quadri, soffitti in stucco, parquet, ecc.? Può essere identificato un concetto globale d'utilizzo dei materiali o dei colori? Come è realizzata l'illuminazione naturale all'interno dei locali?

### **Qualità strutturali e materiali (1.4)**

Un'analisi minuziosa dell'architettura di un edificio comprende anche un'analisi delle strutture e dei materiali. Le strutture edilizie e le facciate caratterizzano l'edificio attraverso il loro ritmo, la disposizione delle finestre, l'illuminazione naturale e il posizionamento degli elementi di collegamento. I materiali e soprattutto le superfici visibili, sono dei fattori primordiali che caratterizzano l'atmosfera di un edificio e dei suoi locali. L'utilizzo di un materiale particolare è frutto, non solo di riflessioni sul piano tecnico e statico, ma anche economiche, estetiche e semantiche. Sono queste ultime che è opportuno rilevare e considerare nell'ottica di un'interpretazione globale. In questo contesto, è anche importante identificare le pratiche costruttive tradizionali, tipiche della regione, che hanno un'influenza sull'utilizzo dei materiali, la loro lavorazione e le tecniche di posa. Quali sono le qualità rilevanti degli spazi interni (intimità, materializzazione, ecc.)? Come sono state progettate le parti vetrate (orientamento, disposizione, ripartizione)? È anche interessante analizzare la capacità di accumulo termico della massa strutturale dell'edificio. È quindi opportuno considerare l'edificio come sistema funzionale e saper identificare tutte le sue particolarità.

## **3.2 Analisi dell'esistente (2)**

I dati raccolti devono essere considerati come il punto di partenza di un concetto minuzioso. Obiettivi ambiziosi come l'aumento della capacità strutturale dell'edificio sono realizzabili ma devono essere identificati il più presto possibile come compiti da realizzare. Si tratta in questo caso di effettuare un'analisi completa dell'esistente. Il contesto legale e spaziale, materiale e tecnico deve essere determi-

	Tema	Aspetti rilevanti
<b>1</b>	<b>Comprensione dell'architettura</b>	
1.1	La logica dell'originale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rivalutazione storica: architetto, committente, funzione dell'edificio</li> <li>• Tipo di edificio, caratteristiche, concetto, idea di fondo, qualità immateriali, valori</li> <li>• Situazione urbana: edifici vicini al momento della costruzione, posizione rispetto alla strada, contesto, orientamento</li> <li>• Accesso all'edificio, giardino anteriore, giardino, cortile</li> <li>• Carattere dell'edificio, rango sociale</li> <li>• Facciata</li> </ul>
1.2	La logica delle future modifiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cronologia dei cambiamenti, valori</li> <li>• Cambiamenti nell'ambiente circostante, riferimenti importanti scomparsi</li> </ul>
1.3	Qualità dello spazio e qualità estetiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricostruzione del concetto di progettazione</li> <li>• Valore dello spazio esterno, rapporto tra interno ed esterno</li> <li>• Distribuzione dello spazio: accesso, riferimenti, gerarchie e sequenze</li> <li>• Arredamento: materiali, colori, rivestimenti, stucchi, ecc.</li> <li>• Luminosità della stanza, illuminazione, orientamento della luce</li> </ul>
1.4	Qualità strutturali e materiali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struttura dell'edificio: raster, simmetrie, ritmi, tipologie regionali</li> <li>• Materiali, costruzione: intenzioni economiche estetiche e semantiche</li> </ul>
<b>2</b>	<b>Analisi dell'esistente</b>	
2.1	Prescrizioni legali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legge sull'edilizia, regolamenti edilizi, zona edificabile, intenzioni progettuali generali.</li> <li>• Diversi inventari: conservazione dei monumenti, ISOS, vie di comunicazione storiche, IFP (Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali di importanza nazionale).</li> <li>• Protezione antincendio, leggi sull'energia, ecologia</li> </ul>
2.2	Offerta di spazio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario di tutte le aree utilizzabili, specificando l'uso ideale: stanze riscaldate, stanze speciali (bagno, cucina), stanze non riscaldate come cantine, mansarde, ripostigli, zone intermedie a temperatura controllata.</li> <li>• Specificazione esatta e caratterizzazione delle zone di accesso e di salita</li> <li>• Elenco degli spazi esterni in base al loro valore</li> </ul>
2.3	Lo stato dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costruzione: struttura, differenziazione dei sistemi portanti, valutazione della loro capacità portante, peculiarità regionali</li> <li>• Involucro edilizio</li> <li>• Materiali e loro giunzioni, descrizione dettagliata, descrizione delle condizioni con indicazione delle prestazioni ancora esistenti (da difettoso a nuovo)</li> <li>• Valutazione preliminare delle possibilità di risanamento</li> <li>• Modelli di danno, difetti e loro interpretazione</li> <li>• Comprensione dell'edificio come sistema funzionante</li> </ul>
2.4	La qualità energetica Fabbisogno energetico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonti di energia; prima regola: evitare l'impiego dell'olio combustibile (gas, legna, pompa di calore, uso dell'energia solare, vento, ecc.)</li> <li>• Involucro edilizio; punti nevralgici: finestre, tetto e relativi raccordi, cantina</li> <li>• Tecnica dell'edificio; concetto energetico olistico: prestazioni, economicità ed efficienza delle installazioni impiantistiche</li> </ul>
<b>3</b>	<b>Determinazione del potenziale</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elenco delle potenzialità (anche in termini di diritto della costruzione), dei punti di forza e delle problematiche</li> <li>• Considerazione del vecchio edificio come sistema – stato di conservazione, misure di risanamento necessarie</li> </ul>

**Tabella 3.1:**  
**Lista di controllo.**

nato, così come le qualità e i punti deboli dell'esistente. Per i materiali e le installazioni tecniche, questo riguarda la durata di vita residua stimata o le possibilità di ripristino degli elementi. Nel caso di una costruzione continua, l'analisi dell'esistente deve sempre includere la possibilità di creare un valore aggiunto.

### **Prescrizioni legali nella costruzione (2.1)**

Le prime indagini riguardano naturalmente la definizione del quadro legislativo previsto dalla legge edilizia e dalla relativa ordinanza. Oltre alle prescrizioni quantificabili, come il numero massimo di piani, l'indice massimo di sfruttamento, le dimensioni massime o le distanze minime, è necessario considerare anche altri fattori, come le prescrizioni relative alla progettazione, le intenzioni di conservazione (ad es. aree centrali), quelle di pianificazione menzionate negli studi globali o le interpretazioni esistenti negli inventari (ad es: IBC – Inventario dei beni culturali cantonali, ISOS – Inventario federale degli insediamenti svizzeri da proteggere d'importanza nazionale, IVS – Inventario federale delle vie di comunicazione storiche della Svizzera, IFP – Inventario federale dei paesaggi, siti e monumenti naturali d'importanza nazionale). Si aggiungono le prescrizioni restrittive relative alla protezione antincendio, le leggi in materia di energia e altri documenti specifici ad ogni progetto.

### **Offerta di spazio (2.2)**

Ogni edificio offre un determinato spazio fruibile. Il posizionamento dei collegamenti e del vano scala o dell'ascensore, così come la ripartizione dei locali, racchiudono un potenziale d'utilizzo ma rendono anche difficile un cambiamento rilevante dell'organizzazione dei differenti locali. In uno stato avanzato della progettazione, più il piano dei locali futuro coincide con l'offerta di spazio esistente, meno profonde saranno le misure necessarie per adattare l'edificio alle nuove esigenze. In una prima fase è importante determinare correttamente l'attuale offerta di spazio senza pensare ad utilizzi supplementari.

Operando in questo modo, non verrà pregiudicato il corretto processo di sviluppo di nuove possibilità d'occupazione. In quest'ottica non è sufficiente catalogare le dimensioni e le qualità dei principali locali riscaldati, della cucina e dei bagni, delle zone d'entrata e di circolazione parzialmente riscaldate. È anche necessario includere i locali non riscaldati della cantina, del solaio e del deposito. Vale lo stesso discorso per gli spazi esterni: balconi, terrazze, portici, giardini privati, giardini accessori che garantiscono gli accessi, parcheggio, ecc.

### **Lo stato dei materiali (2.3)**

Una buona conoscenza dei materiali costruttivi unita ad una precisa analisi della loro efficienza, delle loro caratteristiche e della loro durata di vita, permette una stima corretta del potenziale, delle possibilità, dei rischi e dei pericoli di un intervento. In questo modo il progetto sarà adattato sin dall'inizio alle specificità dell'oggetto. La comprensione del principio statico degli elementi portanti e non portanti, delle proprietà acustiche e delle possibilità di rinforzo delle travi, delle proprietà della carpenteria rispetto alle misure energetiche ecc. devono risultare da un'analisi approfondita dei materiali. I materiali non devono essere considerati solo singolarmente, ma anche nella loro interrelazione e nelle loro possibilità di assemblaggio. Inoltre, è necessario procedere ad una descrizione sistematica dello stato di conservazione degli elementi costruttivi che può variare dallo stato difettoso a quello nuovo. Ciò permette di stimare e di valutare opportunamente le possibilità future di utilizzo. È anche necessario prestare attenzione ai danni visibili, in quanto questi ultimi forniscono importanti indicazioni sulle zone problematiche e sugli eventuali difetti funzionali, dei materiali o delle strutture.

### **Lo stato energetico (2.4)**

Il consumo di energia è l'unico settore per il quale la costruzione esistente deve obbligatoriamente essere più performante dopo il suo risanamento o la sua trasformazione. Visto che per ragioni estetiche,



costruttive o finanziarie, le soluzioni impiegate per le nuove costruzioni possono essere applicate alle vecchie costruzioni solo tramite specifici aggiustamenti, risulta di fondamentale importanza conoscere tutti i tipi di materiali impiegati e il loro stato di conservazione. Le soluzioni studiate su misura possono avere successo solo se l'esistente è perfettamente conosciuto. I punti sensibili come il solaio e il tetto, i raccordi tra le facciate e le coperture, il limite termico tra il piano terra riscaldato e la cantina non riscaldata, devono essere studiati e analizzati nel dettaglio. Spesso le finestre sono considerate come punti sensibili e la loro sostituzione è considerata sin dall'inizio un intervento indispensabile. Tuttavia, visto che le finestre contribuiscono in misura importante all'estetica dell'edificio esistente, la loro sostituzione risulta spesso problematica nell'ottica di preservare l'autenticità dell'edificio. Le eventuali possibilità di sostituzione devono essere elabo-

rate esclusivamente sulla base di studi funzionali dettagliati per tutte le finestre esistenti. Lo stato di conservazione delle finestre può variare considerevolmente a dipendenza della loro posizione. Se nelle zone esposte i danni possono essere molto importanti, nei punti protetti si trovano spesso delle finestre ben conservate. Un'analisi seria dell'edificio esamina ogni componente edilizio e quindi ogni singola finestra. Gli elementi costruttivi devono essere studiati nel dettaglio e la loro esposizione (facciata nord, esposizione alle intemperie, ecc.) deve essere documentata. Le possibilità d'isolamento termico così come le possibilità di risparmio in termini di produzione di calore sono anche aspetti da verificare precisamente. Le installazioni esistenti devono essere testate rispetto alle loro prestazioni future e allo stesso tempo vanno verificate le risorse disponibili sul posto. Ciò che prima era ovvio è stato riscoperto dai progetti più recenti: ad esem-

*Figura 3.1:*  
**Casa a schiera**  
**Schwalbenweg,**  
**Halle 58 Archi-**  
**tekten, Berna.**  
**(Foto: Christine**  
**Blaser)**

pio adottando zone climatiche diverse tra loro. In questo senso, non tutte i locali o spazi annessi devono necessariamente essere riscaldati a 20 gradi.

### **3.3 Determinazione del potenziale (3)**

È necessario innanzitutto ricordare che l'osservazione dettagliata di un edificio, inteso come sistema di parti ed elementi correlati ed interconnessi, deve poter essere applicabile anche agli edifici vetusti. A differenza dei nuovi edifici, l'interazione sistematica di tutte le parti e degli elementi degli edifici vetusti, ha dato prova della sua efficacia per molti decenni. Per formulare gli ulteriori obiettivi è importante identificare nella maniera più completa possibile il sistema di costruzione dell'edificio vetusto. Le forze e i punti deboli devono essere catalogati. Una costruzione vetusta possiede tuttavia anche delle problematiche specifiche che possono essere di natura tecnica, materiale, spaziale o estetica. Queste problematiche devono essere identificate, siano esse imputabili ad un difetto di costruzione o riconducibili ad un degrado durante gli anni. I limiti di carico, di rendimento e di utilizzo devono essere chiaramente fissati. Le indicazioni sulle migliorie, i consolidamenti o i completamenti necessari devono essere le più precise possibili. Le zone contaminate e gli obblighi di risanamento che ne risultano devono essere identificati. È sulla base di questi numerosi fattori messi in relazione diretta o indiretta, che viene identificato il potenziale: poco a poco, lentamente, prendendo sempre in considerazione i differenti aspetti. Non si tratta ancora di formulare un obiettivo, di definire una via da seguire, ma unicamente mostrare le possibilità, i limiti, le condizioni quadro e i margini d'azione. Gli argomenti in materia non sono solo bianchi o neri, tutti i livelli intermedi con le loro relative valutazioni ponderate sono anche da considerare. Questo processo permette di stabilire basi affidabili a sostegno dei progettisti nella creazione e nello sviluppo di strategie e soluzioni, di concetti o di studi di progetto.

# Processo di progettazione, strategia e comunicazione

**Philippe Lustenberger**

Nell'ottica di una «costruzione continua», il processo di progettazione e di realizzazione deve soddisfare delle esigenze particolarmente elevate relative alla proprietà, favorendo le richieste del proprietario immobiliare insieme ad altre esigenze esterne. In modo particolare risultano di fondamentale importanza, la definizione della strategia immobiliare e l'elaborazione del lavoro di squadra, unite alla comunicazione all'interno del processo.

È per questi motivi che risulta opportuno in primo luogo definire le strategie di base del proprietario immobiliare, come ad esempio:

- Il bene immobiliare, nel caso di un portafoglio immobiliare ridotto, è parte rilevante del capitale personale di vecchiaia?
- Il proprietario immobiliare di una vasta zona edificabile ha come obiettivo quello di mettere a disposizione degli appartamenti a prezzi accessibili?
- L'investimento è basato su delle prospettive di elevata rendita immobiliare?
- Vengono favoriti gli obiettivi a corto termine o piuttosto obiettivi sostenibili a lungo termine?

Per poter definire questa situazione di partenza è necessario sensibilizzare il proprietario. Quali sono i rischi e le opportunità legate a questa strategia? È possibile, ad esempio, che le rendite locative attese non coprano l'investimento e influenzino negativamente il rendimento del bene immobiliare? Tutto questo deve essere precisato prima della progettazione della costruzione e della sua realizzazione. Questo significa che anche il proprietario, in qualità di «investitore», deve riconoscere ed assumersi la propria responsabilità rispetto al pro-

cesso di definizione della strategia, alla progettazione e alla realizzazione! Gli investitori non professionisti, in particolare i proprietari di piccoli portafogli e i proprietari di un unico bene immobiliare, si affidano alle competenze e alle capacità di consulenti e di progettisti per la corretta stima delle prospettive d'investimento e delle loro conseguenze. La definizione della strategia si basa sull'associazione concreta tra la situazione iniziale, il potenziale del bene immobiliare, il luogo di edificazione e il mercato immobiliare. Le capacità di comunicazione sono alla base della relazione di fiducia reciproca, che permetterà di realizzare con successo il progetto d'investimento. Le fasi di progettazione e di realizzazione sono sufficientemente descritte nelle norme SIA, e sono ampiamente riconosciute dai progettisti, dalle imprese e

*Figura 4.1 (a sinistra): Rappresentazione della struttura gerarchica di «strategia aziendale», «strategia del portafoglio immobiliare», «strategia immobiliare», «pianificazione e realizzazione» secondo SIA 112 e il loro collegamento logico. (Fonte: SIA 112; IPB/KBOB)*

*Figura 4.2 (sotto): Vista generale del processo di strategia, del processo di pianificazione, del processo di realizzazione e di utilizzo. Gli ultimi tre elementi corrispondono al modello di pianificazione secondo SIA 112, dove la fase di «pianificazione strategica» riguarda solo la «formulazione dei bisogni» a livello di attuazione concreta come anche la «strategia delle soluzioni». Le situazioni iniziali precedenti non sono incluse. (Fonte: da SIA 112)*



dai committenti su scala nazionale. Pertanto, non è intenzione specificare in questo contesto tali elementi. Tuttavia sarà analizzato più in dettaglio il metodo di definizione della strategia, a monte della Norma SIA, allo scopo di descrivere le conseguenze dei seguenti processi, nelle diverse forme di collaborazione.

### 4.1 Approcci strategici

Per poter definire la strategia, i consulenti e i progettisti devono poter determinare i bisogni dell'investitore e confrontarli alle possibilità e al potenziale del bene immobiliare. Il mercato immobiliare gioca un ruolo importante alla stessa stregua che l'ubicazione dell'immobile.

Questo risulta dalla considerazione dell'immobile in termini d'economia di mercato: il capitale utilizzato è impegnato per un lungo periodo (delle durate di utilizzo da 50 a 80 anni sono abituali per gli elementi strutturali) ed è strettamente legato al terreno edificato, quindi immobilizzato.

### 4.2 Forme di collaborazione

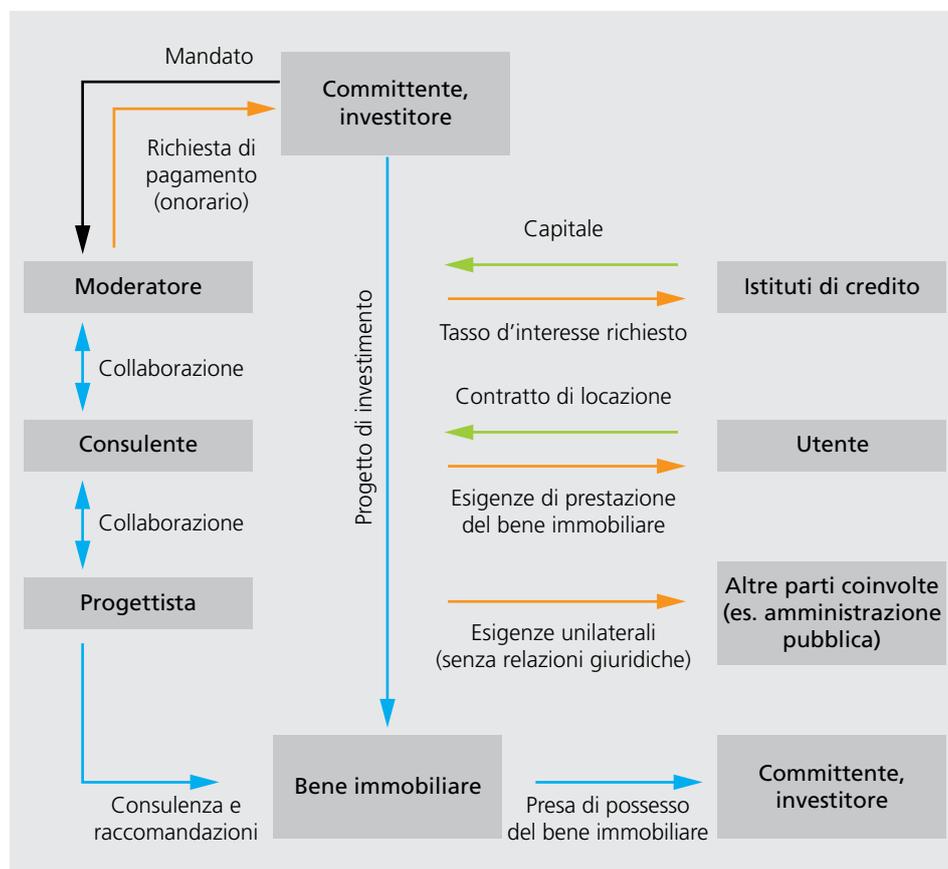
Nel processo di definizione della strategia, il bene immobiliare e in particolare la sua ubicazione, unitamente al mercato immobiliare, sono analizzati, valutati e confrontati con l'evoluzione della società. Su queste basi è possibile elaborare degli scenari di progettazione e verificare la futura strategia. Durante la definizione della strategia sono possibili diversi ruoli in funzione della situazione dell'investitore e del compito da svolgere (più ruoli possono essere intrapresi dalla stessa persona).

■ Il committente lancia il progetto d'investimento e fissa delle esigenze rispetto al risultato atteso.

■ Il moderatore conduce il processo di definizione della strategia e controlla la realizzazione degli obiettivi.

■ Il committente riceve il bene immobiliare dopo la sua realizzazione. È necessario distinguere tra i committenti istituzionali (fondi immobiliari, assicurazioni, casse pensioni, ecc.) e i committenti privati. Il committente può allo stesso tempo essere anche l'investitore del progetto.

**Figura 4.3:**  
Rete di relazioni nel progetto di investimento e relazione legale delle parti coinvolte. La parte di sinistra mostra la collaborazione nel modello di contratto «Mandato» secondo l'art. 394 CO, la parte di destra mostra la concessione di credito, il contratto di locazione (art. 253 CO) e le pretese unilaterali, ad esempio delle autorità pubbliche attraverso la procedura di licenza edilizia.



■ L'ente finanziatore sostiene il committente nella messa a disposizione del capitale d'investimento, a seguito di una contropartita corrispondente. La sua fiducia nel progetto d'investimento si esprime attraverso il rendimento dei capitali (stima dei rischi) che si attende dal committente o dall'investitore.

■ Il consulente interpreta le basi decisionali, le valuta e fornisce delle raccomandazioni al committente. Il consulente ricerca le conseguenze che una decisione può comportare.

■ Il progettista valuta lo stato e indica i potenziali di sviluppo.

■ Gli utenti ripongono le loro attese nel progetto e si dichiarano pronti o meno ad utilizzare il bene immobiliare.

■ I proprietari del fondo mettono il terreno corrispondente in vendita o in locazione per una durata determinata (ad esempio attribuzione del diritto di superficie).

Altre parti interessate sono possibili: tra questi si citano ad esempio, le autorità pubbliche che valutano la concessione della licenza edilizia o ancora proprietari di fondi contigui o associazioni, con diritto di opposizione e ricorso in merito al progetto in questione.

### 4.3 Considerazioni legali

Le parti coinvolte nel processo di definizione della strategia hanno diverse posizioni giuridiche. Il moderatore, il consulente e il progettista sono considerati come mandatari secondo l'art.394 del codice delle obbligazioni. Il committente e gli utenti dell'edificio si accordano per la determinazione di una locazione secondo l'art.253 del codice delle obbligazioni. L'inizio del rapporto di locazione non è legato al processo di definizione della strategia ma può cominciare solo dopo la fase di realizzazione. Altri partecipanti possono in maniera unilaterale avere delle esigenze nei confronti del progetto senza dover avere una relazione giuridica nei confronti del committente o dell'investitore. «In maniera unilaterale» significa che il committente o l'investitore non possono avanzare nessuna rivendicazione. Questo si applica ad esempio nel caso delle esigenze formali

in materia di permesso di costruzione. A differenza del processo di definizione della strategia, nel processo di progettazione, oltre al mandato, possono essere conclusi dei contratti d'appalto secondo l'art.363 del codice delle obbligazioni. Il processo di realizzazione prevede quasi esclusivamente dei contratti d'appalto. Nella fase di esercizio avvengono in generale dei contratti di locazione, nonché contratti di manutenzione e assistenza.

### 4.4 Conseguenze sui successivi processi

Quello che nel processo di definizione della strategia richiede una vera creatività di elaborazione, diventa restrittivo per lo sviluppo dei processi di progettazione e realizzazione. La scelta della forma di svolgimento e di decisione tra partner individuali, progettisti, imprese generali e totali, determina il tipo di comunicazione nella messa in opera del progetto d'investimento. Per questo motivo è importante poter anticipare la forma di comunicazione più appropriata per ogni processo. A questo proposito sono fondamentali gli accordi presi sugli obiettivi e le prestazioni concrete, che devono essere realizzate a diversi livelli.

### 4.5 Fonti

■ IPB/KBOB: Gestione immobiliare sostenibile. I rischi di domani sono le opportunità di oggi. Guida di aiuto per le scelte decisionali, Berna 2010. Maggiori informazioni: [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch) → temi e prestazione → Cockpit gestione sostenibile degli immobili

■ Schulte, K.-W.: Handbuch Immobilien-Projektentwicklung, 2<sup>a</sup>. edizione, Rudolf Müller Verlag, Colonia 2002

■ Norma SIA 112, Modello di pianificazione per progetti nel settore della costruzione, SIA, Zurigo 2014



## Sostenibilità economica

Klaus Eichenberger, Heinz Mutzner

### 5.1 Come fa un immobile ad essere economicamente sostenibile?

Un immobile è economicamente redditizio e quindi economicamente sostenibile se genera un reddito per il suo funzionamento e la sua manutenzione, nonché un adeguato rendimento durante il suo ciclo di vita. Un immobile genera reddito fornendo benefici per i quali qualcuno – influenzato dalla domanda e dall’offerta sul mercato – è disposto a pagare.

I fattori che influenzano l’utilità degli immobili sono molto diversi. I benefici possono essere valutati, ad esempio, sulla base della qualità dell’uso e dell’occupazione, del senso di benessere negli ambienti, del potenziale di guadagno, del contributo all’economia regionale, del contributo all’immagine del luogo, dell’effetto sulla società o dell’uso delle risorse. Per gli utenti

di un immobile, compresi i proprietari in qualità di proprietari-occupanti, i vantaggi comprendono un’ampia gamma di componenti sociali, ecologiche e culturali. Questi non possono essere quantificati in termini monetari, ma determinano l’attrattiva della proprietà. Nel contesto del mercato, influenzano quindi i prezzi e i redditi da locazione che possono essere raggiunti dai proprietari come investitori, e quindi determinano la redditività o la sostenibilità economica di un immobile.

Per illustrare l’effetto delle varie variabili che influenzano la redditività, gli autori hanno stimato per un’abitazione plurifamiliare l’incidenza reciproca dei temi dello Standard Costruzione Sostenibile Svizzera (SNBS) [1], rappresentandoli alla Figura 5.1; nel fare ciò, si sono concentrati sui fattori di influenza più importanti.

Più grande è un settore nella Figura 5.1, più è interconnesso. Importanti intercon-

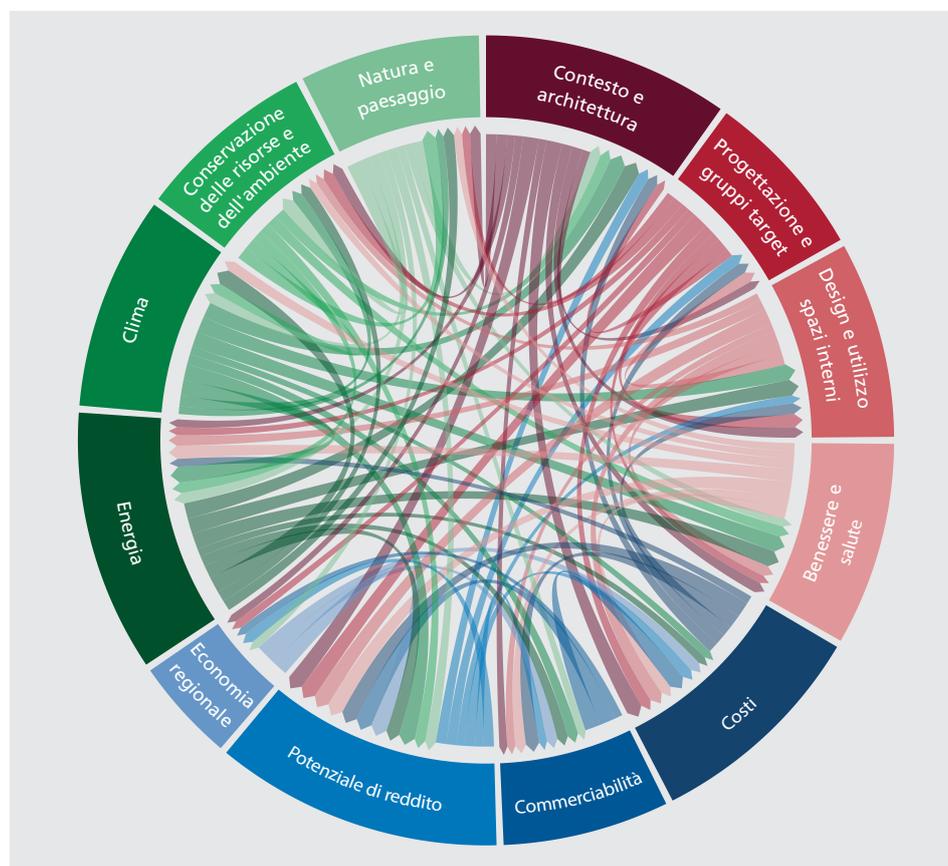


Figura 5.1: Relazioni tra i temi dello Standard costruzione sostenibile svizzera (SNBS) per i settori società (rosso), economia (blu) e ambiente (verde).

nessioni sono osservabili da tematiche ambientali e sociali. Le questioni centrali per la redditività, il potenziale di guadagno e i costi, sono fortemente influenzate dalle condizioni quadro e dalle decisioni prese in altri ambiti. Chi vuole costruire in modo economicamente sostenibile, perseguendo un successo economico immobiliare, deve tenere conto di queste interdipendenze e preoccuparsi degli effetti che le questioni ambientali e sociali hanno sulla redditività.

## 5.2 Mercato

Sul mercato immobiliare interagiscono insieme offerta e domanda di terreni ed immobili con il loro possibile utilizzo (utilizzo proprio, utilizzo da parte di terzi e in locazione).

Il proprietario del bene immobiliare desidera ottenere, sul ciclo di vita dell'edificio, una rendita adeguata o il massimo beneficio in linea con gli obiettivi dell'investimento. Il richiedente da parte sua è pronto a comprare o ad affittare l'oggetto offerto, se quest'ultimo soddisfa le sue attese. Il locatario valuterà i vantaggi del bene, in particolare sulla base delle spese globali per l'affitto. Quindi da una parte l'affitto comprende le spese di riscaldamento, e dall'altra la situazione micro e macro così come le spese supplementari associate, ad esempio quelle relative alla mobilità. Gli effetti esterni dati dai beni pubblici (accesso al parco e agli spazi verdi, infrastrutture, vicinato, vista, ecc.) giocano anche un ruolo centrale.

Gli studi sugli immobili da investimento [2] mostrano che sempre più spesso emergono gruppi di inquilini e acquirenti che, per responsabilità sociale, vogliono occupare o possedere immobili sostenibili particolarmente rispettosi dell'ambiente o orientati a una vita sana. Il richiedente valuterà l'offerta secondo vari criteri, utilizzando una sorta di rating personale. Se la valutazione risulta positiva, includerà l'immobile nella sua selezione.

Per il proprietario di un investimento immobiliare, agire in modo sostenibile significa considerare l'immobile per tutto il suo ciclo di vita. Ciò include le previsioni sulla

domanda futura, i ricavi, i costi operativi e gli investimenti necessari [3]. Nel farlo, deve anche considerare l'ambiente, la concorrenza, lo sviluppo del quartiere. Può essere sostenibile rinunciare a un investimento se l'ambiente non consente aumenti di valore. Gli investimenti devono essere pianificati sistematicamente per un periodo di tempo adeguato, in modo che l'immobile sia in linea con il mercato al momento giusto e porti i benefici attesi a lungo termine.

Occorre inoltre tenere conto dell'evoluzione degli standard edilizi. Chi progetta un edificio oggi secondo le attuali esigenze in termini di risparmio energetico e rispetto delle emissioni di CO<sub>2</sub> può ritrovarsi con una proprietà obsoleta per la maggior parte del suo ciclo di vita se le norme in materia diventano più severe.

## 5.3 La costruzione sostenibile riduce i rischi economici

Per ogni progetto, soprattutto in merito alla costruzione continua, solitamente molto impegnativa, vale la pena di sviluppare diverse varianti concretamente percorribili per valutare quali di loro risultino più opportune. Per un immobile residenziale esistente, si considerano ad esempio, le varianti «ristrutturazione energetica» e «manutenzione ordinaria». Anche queste, apparentemente semplici varianti non sono facili da valutare, perché la sostenibilità economica di un immobile deve essere considerata su un lungo periodo di tempo prendendo in considerazione molte ipotesi incerte sulle future condizioni di mercato. Si consiglia quindi di analizzare il problema tramite simulazioni che coprano un periodo di tempo sufficientemente lungo, ad es. sulla durata di vita di parti di componenti edilizi rilevanti. Nelle simulazioni si possono stimare i cambiamenti della domanda sociale, la volatilità dei prezzi dell'energia, i cambiamenti climatici, il potere d'acquisto dei partecipanti al mercato, ecc.

Questa procedura è illustrata qui di seguito con un semplice esempio. Per un immobile vetusto composto da appartamenti

in locazione, si devono valutare le varianti «risanato» e «non risanato». Le due varianti sono caratterizzate in relazione ad un'abitazione nella Tabella 5.1. Dopo la ristrutturazione, i canoni locativi compresi i costi energetici sono gli stessi. I rapporti nei prossimi 30 anni sono stimati in una simulazione con un calcolo del flusso di cassa attualizzato (DCF).

Il metodo dei flussi di cassa attualizzati è utilizzato per valutare la redditività degli investimenti. A partire dal suo impiego per la valutazione aziendale, dove il metodo DCF è stato utilizzato per decenni, è stato sempre più applicato alla valutazione degli immobili ed è diventato lo standard di riferimento da diversi anni [4]. Il metodo è descritto in dettaglio nel SIA 480 «Calcolo della redditività degli investimenti negli edifici» [5].

Nel metodo DCF, tutti i futuri flussi di cassa annuali (entrate – uscite) attualizzati allo stato attuale, vengono riassunti in una cifra chiave, il valore attuale netto. Un investimento o un progetto è redditizio se il valore attuale netto è almeno pari a zero. Più alto è il valore attuale netto, più redditizio è la variante di progetto prevista. Ciò che è importante, e talvolta negativo per gli investitori – «abbiamo investito così tanto dopo tutto» – è che il metodo tiene conto solo delle future eccedenze di guadagno. Non si tiene conto degli investimenti effettuati in passato, ma dei costi e dei ricavi futuri; L'attenzione si concentra esclusivamente sui benefici futuri. Un investimento che non si

prevede possa generare alcun beneficio non ha quindi alcun valore.

Nella simulazione qui presentata vengono fatte ipotesi aleatorie – basate sui prezzi storici dell'olio combustibile – in ragione dei futuri cambiamenti reali dei costi energetici. Inoltre, si presume che il reddito locativo della proprietà non ristrutturata diminuirà a causa degli sfitti e delle riduzioni delle pigioni non appena l'affitto lordo della proprietà non ristrutturata sarà significativamente più alto di quello della proprietà ristrutturata, a causa dei maggiori costi energetici. A causa delle minori entrate, il valore del capitale degli immobili non ristrutturati diminuisce con l'aumento dei prezzi dell'energia. Il modello di calcolo dettagliato è disponibile online [6]. Questa simulazione viene effettuata per 100 casi ottenendo una distribuzione dei valori del capitale, presentata alla Figura 5.2.

La maggior parte dei valori di capitale dell'immobile non ristrutturato sono inferiori a quelli risultanti dall'immobile ristrutturato mostrando anche un'elevata variabilità. Il valore di mercato dell'immobile non ristrutturato presenta quindi un rischio maggiore.

La decisione di non ristrutturare, la decisione di non costruire in modo sostenibile, porterà probabilmente a un rischio maggiore in molte altre situazioni.

Valori di riferimento	non risanato	risanato	Unità
Indice energetico	120	50	kWh/m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> e anno
Prezzo dell'energia	0.1	0.1	Fr./kWh
Costo energetico	12.0	5.0	Fr./m <sup>2</sup> A <sub>E</sub> e anno
Superficie abitativa	120	120	m <sup>2</sup>
Costo energetico per appartamento	1440	600	Fr./anno
Durata di vita del rinnovo		30	Anno
Costi di risanamento per appartamento		31 500	Fr.
Quota di migliona		60 %	
Aumento affitto dopo rinnovo		840	Fr./anno
Affitto netto	21 600	22 440	Fr./anno
Affitto inclusi costi energetici	23 040	23 040	Fr./anno
SPL = Superficie di piano lorda			

**Tabella 5.1:**  
Descrizione delle due varianti «non risanato» e «risanato».

## 5.4 Ciclo di vita

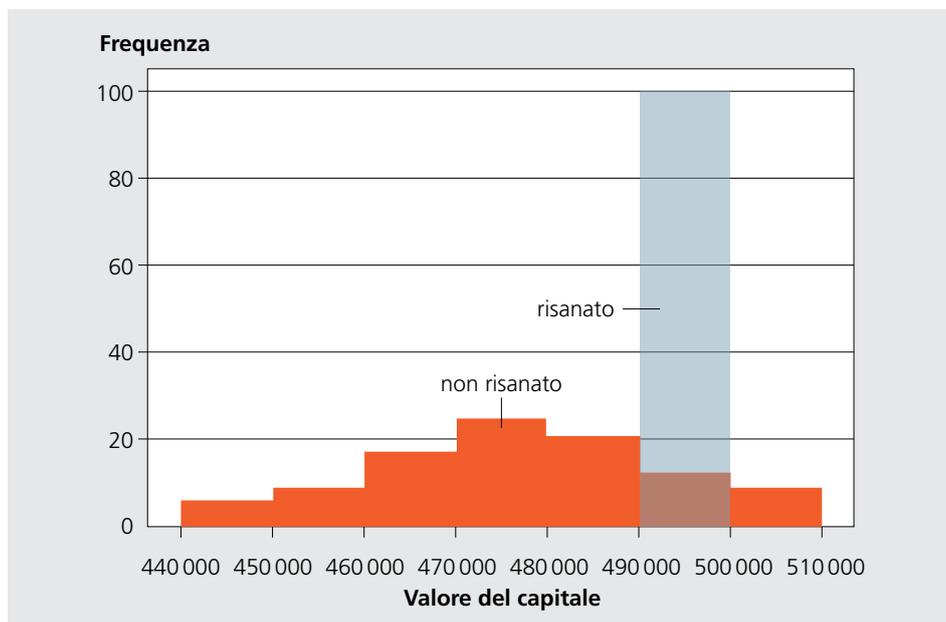
Gli immobili hanno, di regola, una durata di vita complessiva di almeno cinquanta anni. Nel processo, essi invecchiano tecnicamente e anche in termini di esigenze di utilizzo (invecchiamento funzionale e sociale) e il loro posizionamento sul mercato si deteriora. L'invecchiamento tecnico avviene in periodi diversi in relazione alla proprietà immobiliare nel suo complesso e alle specificità delle singole componenti edilizie. La struttura dell'edificio gioca un ruolo importante in questo processo. Se le strutture sono chiaramente separate in sistemi primari, secondari e terziari, o se questa separazione può essere ottenuta durante il rinnovo, i costi di manutenzione [4] e di modifica sono inferiori. È più difficile descrivere l'invecchiamento funzionale e sociale, in quanto bisogna tener conto dei cambiamenti economici, sociali ed ecologici previsti. Gli strumenti esistono, almeno per l'edilizia abitativa [7], ma devono essere allineati alla domanda futura (sulla base di scenari). In ogni caso, una proprietà che consente utilizzi diversi ha un potenziale maggiore rispetto ad un'altra che è studiata ad hoc per un solo utilizzo. Va notato, tuttavia, che ciò può rendere la prima locazione più difficile perché non viene offerto un prodotto specifico per uno specifico gruppo target. Gli interventi regolari di manutenzione mantengono o

addirittura aumentano il valore dell'immobile durante il suo ciclo di vita. Tali interventi devono essere sistematicamente pianificati ad intervalli adeguati fino a quando l'edificio non raggiunge la fine del suo ciclo di vita e viene demolito o modificato. Esiste quindi una forte relazione tra la durata del ciclo di vita, interventi di investimento e valore commerciale sostenibile dell'immobile.

## 5.5 Periodo di analisi

In tutte le riflessioni sulla sostenibilità economica di un immobile, il periodo di analisi gioca un ruolo rilevante. Al fine di considerare globalmente il ciclo di vita, il primo grande ciclo di rinnovo deve essere incluso nella valutazione. Per questo è necessario pianificare i cicli di manutenzione e rinnovo, ciò che implica l'analisi della durata di vita delle componenti edilizie, dalla quale risulta la sostenibilità tecnica di un edificio. Conformemente alla definizione di sostenibilità secondo l'ONU, il periodo di analisi deve essere sufficientemente lungo da integrare gli interessi della prossima generazione. Un aspetto importante della definizione di sostenibilità è la libertà di sviluppo delle generazioni future. Nel settore immobiliare questo significa che si devono realizzare delle costruzioni ad utilizzo flessibile facilitando la loro decostruzione.

*Figura 5.2: Distribuzione delle frequenze per il valore del capitale delle varianti «risanato» e «non risanato» per 100 diversi scenari di sviluppo futuro dei prezzi dell'energia.*



## 5.6 Fonti

- [1] «SNBS Edilzia», Disponibile sul sito: [www.nnbs.ch/standard-snbs-hochbau](http://www.nnbs.ch/standard-snbs-hochbau). [Stato: 06-Agosto-2019].
- [2] N. Mastacchi, Immobilienfonds: die Zukunft ist grün. Eine Analyse über Green Real Estate Funds und REITs. 2011.
- [3] Associazione Svizzera ingegneri e architetti, Norma SIA 469, Conservazione delle costruzioni, Zurigo: SIA, 1997.
- [4] RICS Switzerland, Swiss valuation standards (SVS): best practice of real estate valuation in Switzerland, 2. edizione rivista e completata. Zurigo: vdf Hochschulverlag, 2012.
- [5] Associazione Svizzera ingegneri e architetti, Norma SIA 480, Calcolo della redditività degli investimenti negli edifici. Zurigo: SIA, 2016.
- [6] H. Mutzner, «DCF Simulation», 06-Aug-2019. Disponibile sul sito: [https://github.com/hMutzner/DCF\\_Simulation](https://github.com/hMutzner/DCF_Simulation). [Stato: 06-Agosto-2019].
- [7] Ufficio Federale dell’Abitazione (UFAB), «Sistema di valutazione degli appartamenti WBS». Disponibile sul sito: [www.wbs.admin.ch/de](http://www.wbs.admin.ch/de). [Stato: 08-Agosto-2019].



## Involucro dell'edificio

Niklaus Hodel,  
Patrick Hertig

L'involucro dell'edificio e le sue principali componenti (la facciata esterna, le finestre, la copertura, i soffitti e i pavimenti) devono soddisfare esigenze elevate, non solo a livello architettonico o statico, ma anche in materia di fisica della costruzione, in termini di calore, di freddo, d'umidità, di rumore e in caso d'incendio. L'involucro di un edificio insieme alle sue installazioni tecniche rappresentano il fattore decisivo per determinare il bilancio termico del sistema edificio. Il parametro più importante è il valore  $Q_h$  (fabbisogno termico per il riscaldamento) rispettivamente il valore limite fissato dalla legge  $Q_{h,li}$  in kWh/m<sup>2</sup>a. In questo caso, si applicano le esigenze primarie (Tabella 6.1). Nel caso di costruzioni esistenti sono di particolare importanza le perdite energetiche attraverso le varie componenti edilizie (perdite termiche per trasmissione). Un involucro isolato in maniera ottimale permette di risparmiare più del 50 % dell'energia necessaria al suo utilizzo. Inoltre l'inerzia termica (massa), fino ad oggi non considerata a sufficienza, gioca un ruolo importante nel calcolo del bilancio termico. Le perdite termiche per trasmissione e le temperature superficiali che ne risultano possono essere visualizzate tramite immagini infrarosse (Figura 6.1). Questa visione permette di effettuare dei confronti tra casi diversi ma non di quantificare le perdite termiche.

**Tabella 6.1:**  
Requisiti per il fabbisogno termico di riscaldamento.

**Figura 6.1:**  
Immagine termografica – esempio di isolamento di buono e scarso livello (nessuno).

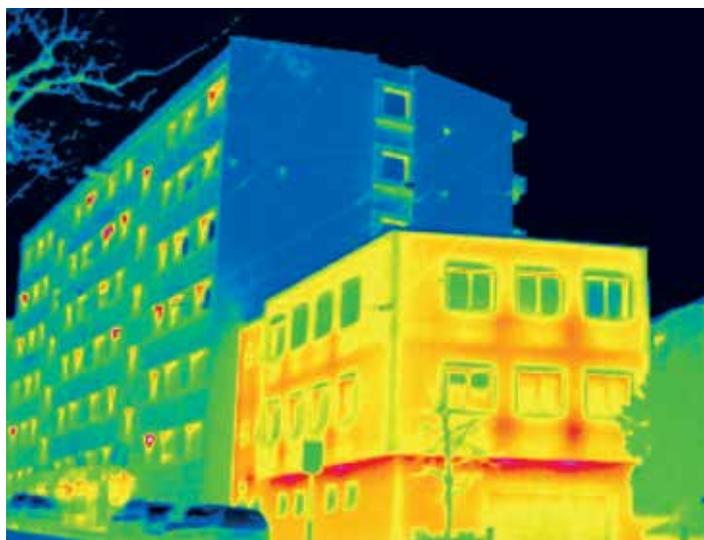
In questo contesto i materiali isolanti giocano un ruolo primario. Sul mercato si trovano una grande varietà di materiali isolanti organici ed inorganici. Alcuni, già presenti da tempo sul mercato, hanno fatto la loro prova ed altri sono frutto di nuove applicazioni. La proprietà più importante di un materiale isolante è la sua conducibilità termica  $\lambda$  espressa in W/mK. A questa si aggiungono altri fattori importanti come l'energia grigia, la predisposizione allo smaltimento e al riciclaggio, così come altri criteri ecologici (www.eco-bau.ch). L'involucro degli edifici non è però unicamente un fattore di perdita energetica.

Requisiti per il fabbisogno di riscaldamento	Edificio nuovo	Trasformazioni
Requisiti legali	1,0 $Q_{h,li}$	1,5 $Q_{h,li}$
Minergie	1,0 $Q_{h,li}$	Nessuno
Minergie-P	0,7 $Q_{h,li}$	0,9 $Q_{h,li}$

**Nota:** I nuovi edifici e gli ampliamenti di edifici esistenti (sopraelevazioni, ampliamenti, ecc.) devono essere costruiti e attrezzati in modo tale che il loro fabbisogno di riscaldamento, acqua calda, ventilazione e climatizzazione sia prossimo allo zero. Il fabbisogno energetico finale annuo ponderato per il riscaldamento, l'acqua calda, la ventilazione e la climatizzazione dei nuovi edifici non deve superare i valori specificati. Gli ampliamenti di edifici esistenti sono esenti da questo requisito, se l'area di riferimento energetico di nuova realizzazione è inferiore a 50 m<sup>2</sup>. Oppure non superiore al 20 % della superficie di riferimento energetico esistente e in ogni caso non superiore a 1000 m<sup>2</sup>.

**Fonte:** Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni 2014 (MoPEC). Stato gennaio 2020: il MoPEC 2014 non è ancora stato attuato in tutti i Cantoni.

**Excursus:** Il fabbisogno di riscaldamento, definito dalla norma SIA 380/1 «Energia termica nell'edilizia», quantifica il fabbisogno di calore di un edificio in condizioni standard definite a livello di energia utile. Non descrive l'efficienza del generatore di calore, in quanto il fabbisogno di riscaldamento è determinato all'interfaccia tra edificio e generazione di calore.



Esso può anche permettere, in funzione dell'orientamento e dell'ambiente circostante, d'immagazzinare energia, in maniera passiva attraverso le finestre e in modo attivo tramite collettori o pannelli solari montati sul tetto o sulle facciate.

### 6.1 Prescrizioni energetiche

**1960 ca.:** Alcune leggi edilizie cantonali esigono una protezione termica minima di  $U = 1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  per la costruzione delle pareti esterne.

**1975 ca.:** A seguito della crisi petrolifera (1973) vengono elaborate delle prescrizioni minime per i singoli elementi costruttivi conformemente alla raccomandazione SIA 180/1 «Protezione termica invernale». È in questo periodo che inizia la grande

produzione industriale di materiali isolanti termici (lana di vetro, lana di roccia, polistirolo).

**1990 ca.:** Definizione dei valori limite e mirati per il consumo annuale per  $\text{m}^2$  di superficie di riferimento energetico ( $A_E$ ), per gli utilizzi standard di un edificio, conformemente alla Norma SIA 380/1.

**Dal 2009:** Il modello delle prescrizioni energetiche dei cantoni (MoPEC) e allo stesso modo numerose leggi ed ordinanze cantonali sull'energia, si riferiscono alla Norma SIA 380/1 «L'energia termica nell'edilizia» per la definizione dei valori limite e mirati e il tipo di procedura.

**Dal 2020:** Nell'UE, lo standard abitativo di riferimento è quello degli edifici ad energia quasi zero.

Figura 6.2:  
Valori tipici di fabbisogno energetico per il riscaldamento e l'acqua calda negli edifici residenziali. (Fonte: AWEL)

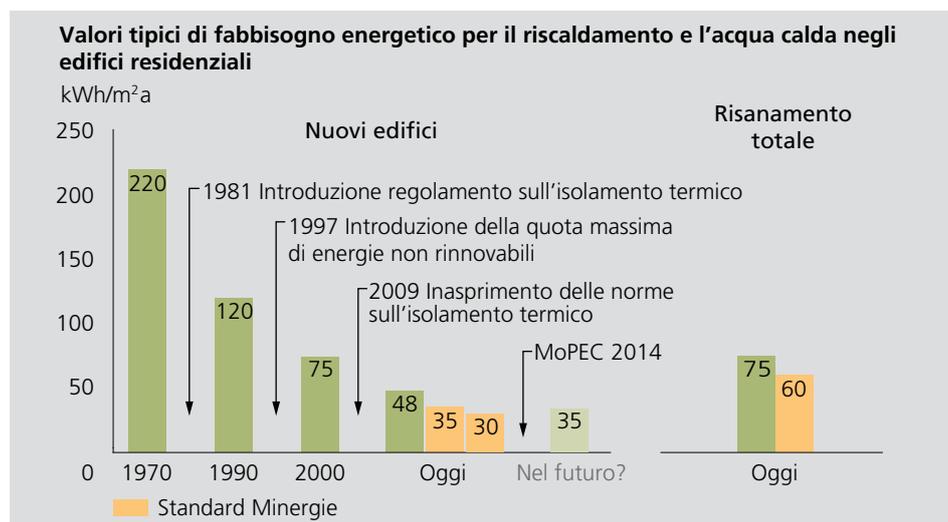
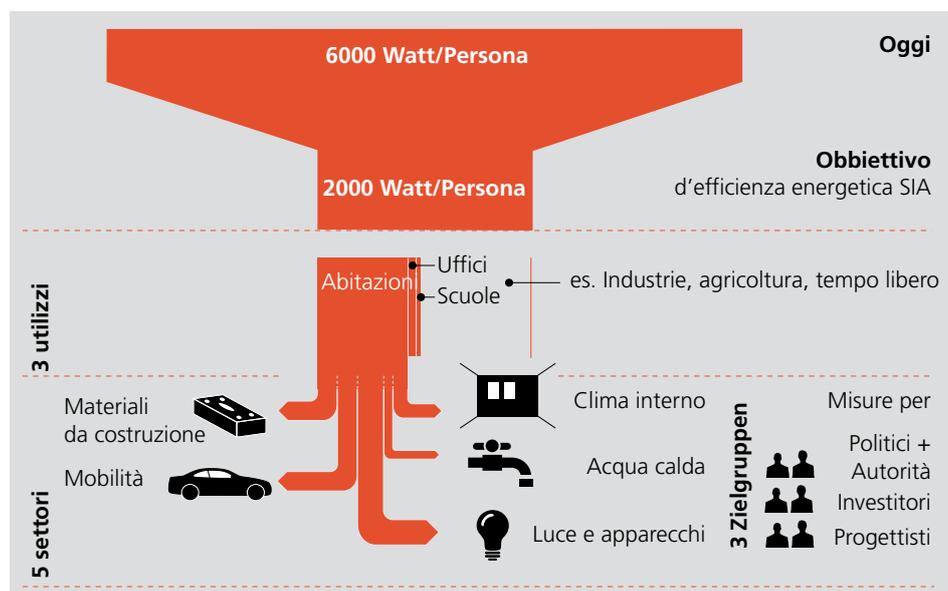


Figura 6.3:  
La via SIA verso l'efficienza energetica.



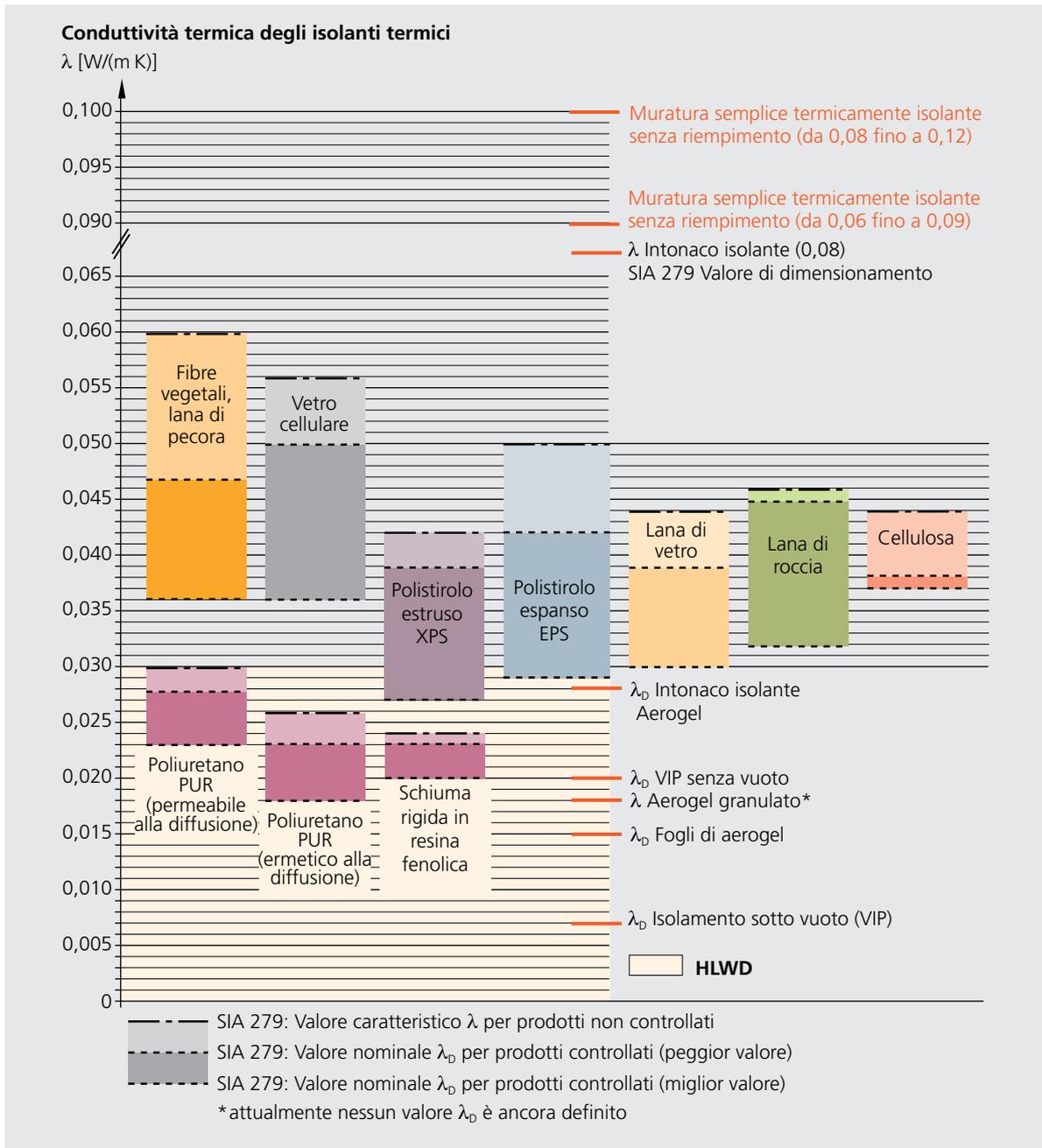


Figura 6.4:  
 Per gli isolanti termici conviene considerare le caratteristiche della norma SIA 279 o del quaderno tecnico SIA 2001. I prodotti con un valore inferiore a 0,030 fanno parte degli isolanti termici ad alta prestazione. La norma SIA 279 (2018) include anche i prodotti in muratura. Stato 10/2019. (Fonte: Marco Ragonesi, Gregor Steinke, Faktor Verlag)

Elemento costruttivo verso	Valori limite $U_{ji}$ in W/m <sup>2</sup> K		Valori mirati $U_{ta}$ in W/m <sup>2</sup> K	
	Esterno o meno di 2 m nel terreno	Locali non riscaldati o più di 2 m nel terreno	Esterno o meno di 2 nel terreno	Locali non riscaldati o più di 2 m nel terreno
Elementi costruttivi opachi (Tetto, solai) (parete, pavimento)	0,25	0,28	0,1	0,1
Finestre, porte-finestre	1,0	1,3	0,8	0,8
Porte	1,2	1,5	0,8	0,8
Cancelli (secondo SIA 343)	1,7	2,0	0,8	0,8
Cassonetto degli avvolgibili	0,5	0,5	–	–

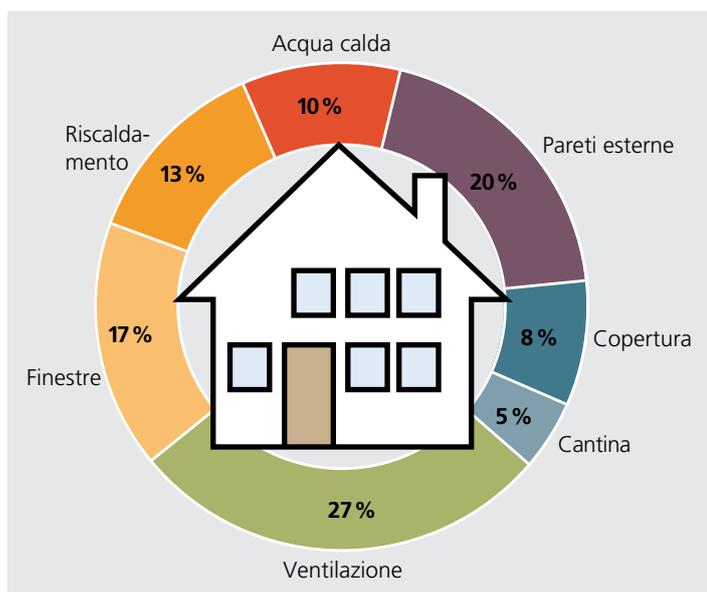
Tabella 6.2:  
 Valori limite e valori mirati per i coefficienti di trasmissione termica (temperatura ambiente dei locali di 20 °C) degli elementi costruttivi interessati da una trasformazione o da un cambio di destinazione. (Fonte: MoPEC 2014/SIA 380/1)

Per gli edifici esistenti si potrà scegliere tra due tipi di prescrizioni: per gli ampliamenti, le sopraelevazioni e le trasformazioni riconducibili ad una nuova costruzione, si applicheranno le esigenze relative alle nuove costruzioni. Per i rinnovi e i cambiamenti di destinazione, si applicheranno le esigenze relative al risanamento. Su questo punto la Norma SIA 380/1 prescrive i valori limite delle esigenze globali (corrispondenti al 150% rispetto ai valori limite richiesti per le nuove costruzioni) così come quelli relativi alle esigenze puntuali dei singoli elementi costruttivi. In Svizzera non esiste l'obbligo di realizzare un risanamento energetico. Tuttavia quando vengono intrapresi degli interventi sull'involucro degli edifici devono essere rispettate le prescrizioni in vigore. La portata di tali interventi è determinante. Per gli interventi rilevanti si applicano le prescrizioni del risanamento.

## 6.2 Incentivi per il risanamento energetico

I Cantoni stabiliscono individualmente quali misure d'incentivazione promuovere e a quali condizioni. Ad esempio, vengono sovvenzionate le ristrutturazioni Minergie/P/A, il raggiungimento di una determinata classe di efficienza energetica secondo il sistema CECE o, in alcuni casi, le superfici dei componenti edili risanati in base a determinati valori di trasmissione termica (va-

**Figura 6.5:** Perdite termiche tipiche di un edificio abitativo degli anni 60 con un consumo di 20 l di olio combustibile al m<sup>2</sup>.



lori U). La base è costituita dal modello d'incentivazione armonizzato dei Cantoni (HFM 2015). Il CECE Plus (Certificato energetico cantonale degli edifici) aiuta a pianificare il progetto di risanamento in modo lungimirante ed è in parte anche una condizione necessaria per l'ottenimento degli incentivi.

## 6.3 Strategie d'intervento

Per ogni edificio e i suoi elementi costruttivi, possono essere intraprese delle strategie di intervento molto diverse.

■ **Ristrutturazione:** Misure di conservazione dello stato di riferimento o miglioramento dello stato esistente.

■ **Risanamento:** Misure di miglioramento dello stato attuale, che mirano a raggiungere uno stato di riferimento (ad es. una data protezione termica e fonica). La portata dell'intervento varia secondo le prescrizioni dello stato di riferimento (ad es. risanamento secondo prescrizioni cantonali, secondo lo standard Minergie, Minergie-P, edificio passivo, ecc.)

■ **Rinnovo:** Le parti costruttive possono essere rinnovate come un unico sistema allo scopo di rispettare le esigenze tecniche e della fisica della costruzione in vigore.

■ **Trasformazione:** Una parte della costruzione assume nuove funzioni a seguito di un cambio di destinazione, di un ampliamento o di un adattamento (ad es. utilizzo del sottotetto, ampliamento, ristrutturazione, ecc.).

■ **Sostituzione:** I singoli elementi costruttivi o l'intero edificio sono interamente smantellati e sostituiti con altri nuovi elementi.

Il miglioramento energetico di un edificio necessita in generale di 3 tappe importanti.

**1. Minimizzare le perdite:** mirare a degli elementi esterni dell'involucro con buone proprietà isolanti, valore U inferiore a 0,20 W/m<sup>2</sup>K, ridurre o evitare i ponti termici, mirare a degli involucri ermetici all'aria, integrare una ventilazione controllata con recupero di calore.

**2. Massimizzare i guadagni:** prevedere delle finestre e dei vetri con un alto valore g ed un basso valore U, massimizzare le

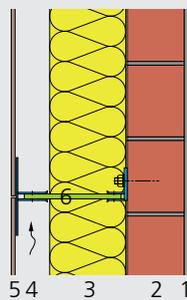
superfici vetrate esposte a sud, sud-est e sud-ovest per quanto possibile, evitando di creare zone d'ombra; una massa di accumulo interna aumenta i guadagni solari. Tenendo conto del clima sempre più caldo, è importante considerare anche l'isolamento termico in estate. Con i dispositivi di protezione solare mobili è possibile ottenere un ottimo risultato sia d'inverno che d'estate.

**3. Produrre e utilizzare l'energia nel modo più rinnovabile ed efficiente possibile:** coprire il fabbisogno di calore per il riscaldamento e la produzione di ac-

qua calda se possibile con energia rinnovabile. Per questo è necessario adattare le installazioni tecniche ai bisogni dell'edificio permettendo una produzione energetica efficiente (agenti energetici, produzione del calore, sistema di distribuzione, impianto di ventilazione).

## 6.4 Facciate

**Prima del 1920:** La tecnica della costruzione era spesso caratterizzata da un linguaggio formale storicizzante. Venivano utilizzate numerose decorazioni riprese da epoche architettoniche differenti. A tal



### Composizione della costruzione

- 1 Intonaco interno (esistente)
- 2 Muratura esistente (variabile)
- 3 Strato d'isolamento termico (variabile)
- 4 Intercapedine ventilata
- 5 Rivestimento di facciata/protezione contro intemperie/installazione solare
- 6 Supporto termicamente isolato o struttura in legno

### Valore U con $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$

$d = 15 \text{ cm}$ ;  $U = 0,20 - 0,23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

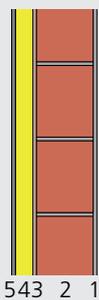
$d = 20 \text{ cm}$ ;  $U = 0,17 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 25 \text{ cm}$ ;  $U = 0,13 - 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

### Indicazioni costruttive

- La muratura interna portante può essere realizzata in pietra, mattoni o calcestruzzo.
- Materiali: pannelli di lana minerale (lana di roccia, lana di vetro).

*Figura 6.6:*  
*Isolamento termico esterno in facciata ventilata.*



### Composizione della costruzione

- 1 Intonaco interno (esistente)
- 2 Muratura esistente (variabile)
- 3 Strato di aderenza
- 4 Intonaco isolante termico (prodotti diversi)
- 5 Sistemi di rivestimento per intonaci di copertura

### Valore U con $\lambda = 0,06 \text{ W/mK}$

$d = 3 \text{ cm}$ ;  $U = 1,1 - 1,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 5 \text{ cm}$ ;  $U = 1,0 - 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 10 \text{ cm}$ ;  $U = 0,6 - 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

### Indicazioni costruttive

- L'intonaco isolante è solitamente applicato con spessori da 2 a 8 cm. Le indicazioni specifiche del prodotto devono essere rispettate.
- La muratura interna portante può essere realizzata in pietra, mattoni o calcestruzzo.
- L'intonaco isolante può essere applicato con spessori variabili (risvolti delle finestre, mazzette, facciate) e può ugualmente essere applicato all'interno o in abbinamento con un isolamento termico interno o esterno.

*Figura 6.7:*  
*Intonaco isolante esterno/interno.*

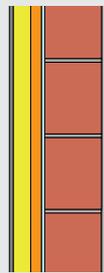
proposito erano necessarie elevate qualità artigianali e importanti sforzi personali. I muri di fondazione degli edifici erano edificati in muratura semplice. Questi edifici sono oggi spesso protetti, per cui è molto difficile realizzare degli interventi energetici.

**Fino al 1960 ca.:** Murature omogenee composte da pochi strati, con un valore U di ca.  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**1970/1980 ca.:** Murature omogenee composte da più strati di materiali diversi (isolamento termico minimo) con valori U da  $0,4$  fino a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Dal 1990:** Sviluppo di sistemi di pareti esterne altamente isolate con valori U inferiori a  $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

**Interventi:** Nel caso di edifici storici o di costruzioni poco più recenti, dove ad esempio si trovano le cornici delle finestre e delle porte in pietra naturale e spesso decorate, è difficile poter pensare ad un intervento di coibentazione dall'esterno per ragioni di conservazione del valore architettonico e conservazione dei monumenti. Inoltre, un intervento di coibentazione dall'interno non è opportuno.



6 5 4 3 2 1

#### Composizione della costruzione

- 1 Intonaco (esistente)
- 2 Muratura esistente (variabile)
- 3 Barriera al vapore (adatto per il tipo d'isolante)
- 4 Pannelli VIP da 10 mm fino a 30 mm\*
- 5 Isolamento termico supplementare
- 6 Sistema d'intonaco esterno

\* unicamente nel caso in cui nessun altro materiale è disponibile

#### Valore U con $\lambda = 0,008 \text{ W/m K}$

$d = 2 \text{ cm}$ ;  $U = 0,20 - 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

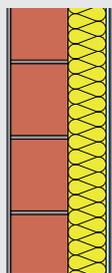
$d = 4 \text{ cm}$ ;  $U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 6 \text{ cm}$ ;  $U = 0,10 - 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Indicazioni costruttive

- Una pianificazione e una realizzazione accurate sono determinanti.
- I pannelli non possono essere tagliati, le superfici residue devono essere dotate di un isolamento termico tradizionale.
- Combinare gli isolanti termici VIP con sistemi tradizionali o di lana minerale.
- Il principale campo d'applicazione nella costruzione riguarda gli isolanti termici delle terrazze degli attici (nuove costruzioni).
- Le applicazioni del fabbricate devono essere seguite scrupolosamente in quanto per le facciate esistono unicamente dei casi particolari o dei prototipi.

Figura 6.8:  
Isolamento termico esterno VIP.



5 4 3 2 1

#### Composizione della costruzione

- 1 Intonaco, rivestimento
- 2 Barriera al vapore (adatta al tipo d'isolante)
- 3 Isolamento termico
- 4 Muratura (esistente)
- 5 Intonaco esterno (esistente)

#### Valore U con $\lambda = 0,04 \text{ W/m K}$

$d = 5 \text{ cm}$ ;  $U = 0,60 - 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 10 \text{ cm}$ ;  $U = 0,30 - 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

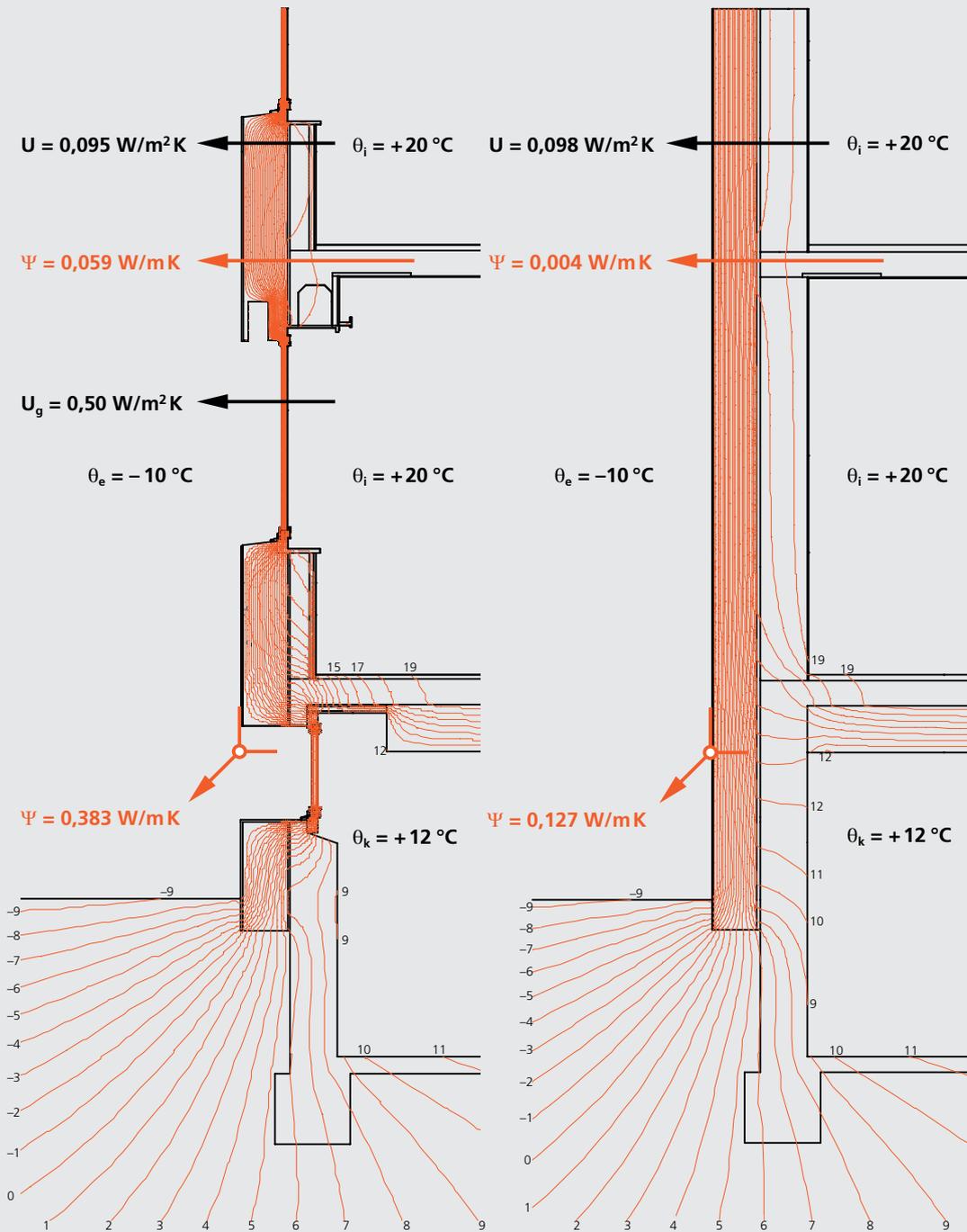
$d = 15 \text{ cm}$ ;  $U = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### Indicazioni costruttive

- Con l'applicazione di un isolante termico interno possono formarsi dei ponti termici
- Con l'applicazione di un isolante termico interno la diffusione del vapore deve imperativamente essere controllata e regolata da una barriera al vapore o da materiali che fungono da barriera al vapore (vetro cellulare).
- I raccordi, giunti e le zone di transizione dei materiali devono essere ermetiche.
- È possibile utilizzare intonaci isolanti, con eventuale isolamento termico esterno.

Figura 6.9:  
Isolamento termico interno.

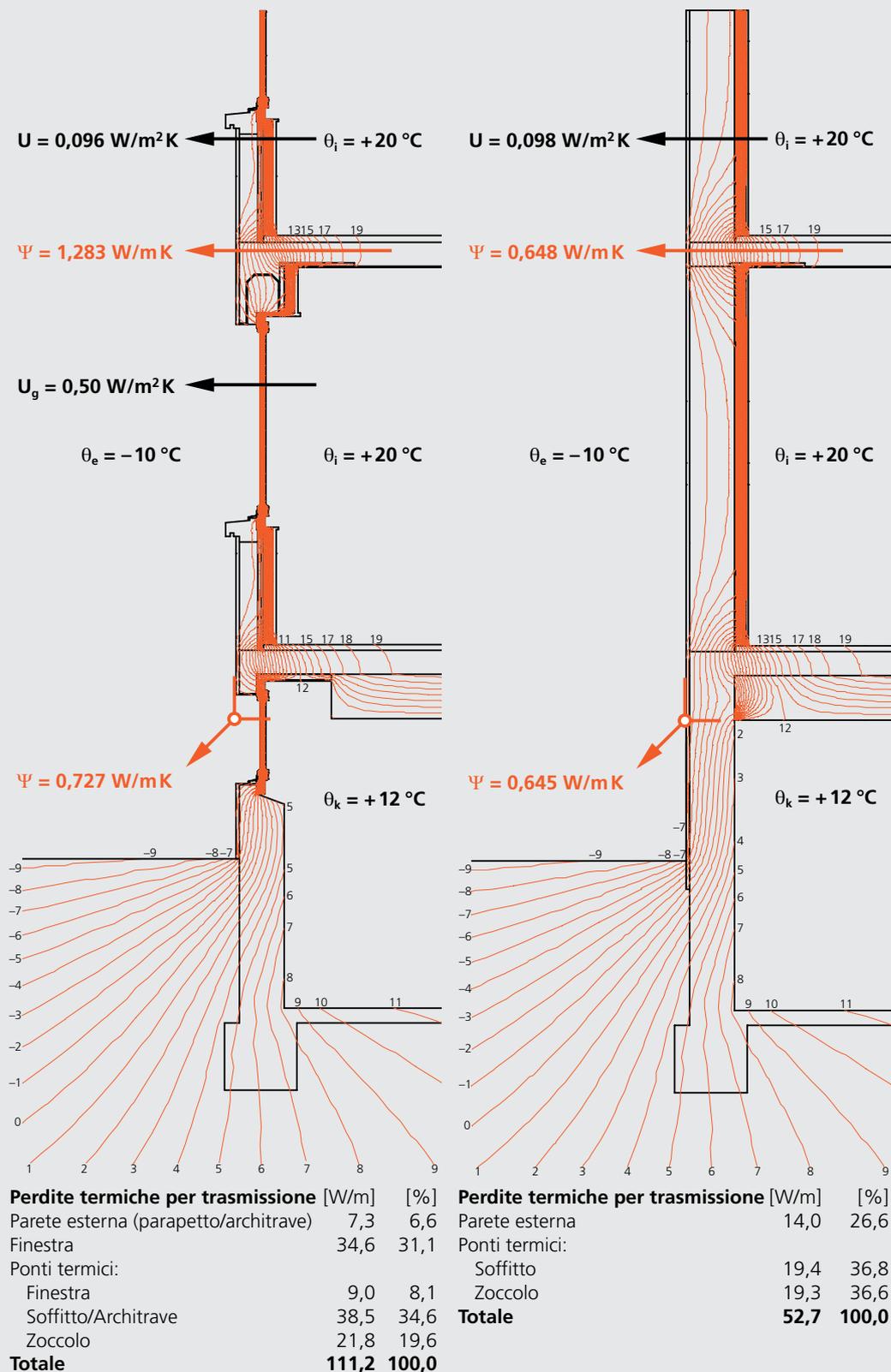
**Figura 6.10:**  
Per i risanamenti secondo lo standard Minergie-P, l'isolamento termico esterno (intonaco o rivestimento ventilato) è sicuramente la variante più efficace. Rispetto allo stato esistente, le perdite termiche sono ridotte del 76,7% fino ad arrivare a 64,8 W/m (sezione delle facciate con finestra) o del 89,6% fino ad arrivare a 17,9 W/m (sezione della facciata senza finestra). L'influenza dei ponti termici, in particolare dello zoccolo e delle finestre, è importante con una percentuale dal 21,8 al 34,4%. (Fonte: Marco Ragonesi/Faktor Verlag)



Perdite termiche per trasmissione	[W/m]	[%]
Parete esterna (parapetto/architrave)	7,9	12,2
Finestra	34,6	53,4
Ponti termici:		
Finestra	9,0	13,9
Soffitto/Architrave	1,8	2,8
Zoccolo	11,5	17,7
<b>Totale</b>	<b>64,8</b>	<b>100,0</b>

Perdite termiche per trasmissione	[W/m]	[%]
Parete esterna	14,0	78,2
Ponti termici:		
Soffitto	0,1	0,6
Zoccolo	3,8	21,2
<b>Totale</b>	<b>17,9</b>	<b>100,0</b>

Figura 6.11: Naturalmente nel concetto Minergie-P, non si può pensare effettivamente di intervenire tramite un isolamento termico interno (ad es. con pannelli VIP come mostrato in questo esempio). Considerando l'influenza dei ponti termici (zoccolo, soletta, architrave) tra 62,3 e 73,4%, il successo di questa variante è molto limitato. Nel caso della sezione della facciata con finestra, le perdite termiche possono essere ridotte del 60% fino ad arrivare a 111,2 W/m mentre nel caso della sezione della facciata senza finestra, la riduzione è del 69,3% fino ad arrivare a 52,7 W/m. Nonostante l'impiego di materiali dalle caratteristiche analoghe, le perdite termiche rispetto alla variante d'isolamento termico dall'esterno sono superiori del 71,6 fino al 194,4%. (Fonte: Marco Ragonesi/Faktor Verlag)



Per questa tipologia di edifici è unicamente possibile utilizzare degli strati fini d'intonaco termoisolante sulle pareti esterne, e solo in determinate circostanze.

Il risanamento più sensato in termini di fisica della costruzione e di efficienza energetica è l'intervento di coibentazione termica delle facciate dall'esterno a copertura della maggior superficie possibile. La massa termica attiva e desiderata rimane all'interno dell'edificio (all'interno del perimetro isolato), il rischio di condensa nella costruzione è ridotto al minimo e i ponti termici sono eliminati o perlomeno ridotti. È inoltre possibile, tramite un opportuno isolamento termico, integrare al suo interno alcune installazioni tecniche come ad esempio il sistema di ventilazione, le condotte sanitarie e i cavi elettrici. Ben inteso, possono essere integrati unicamente elementi tipo tubi, cavi ecc. Gli elementi mobili, come le clappe, le ventole, i regolatori di ogni genere, ecc., devono essere ispezionabili.

#### Varianti di rinnovo delle facciate

Le facciate compatte sono una soluzione di rinnovo possibile, ma i migliori sistemi sono rappresentati dalle facciate ventilate con lana minerale e protezione specifica contro le intemperie. Questa protezione contro le intemperie può essere realizzata anche da sottili elementi fotovoltaici. Oggi, tali elementi sono disponibili in un gran numero di varianti.

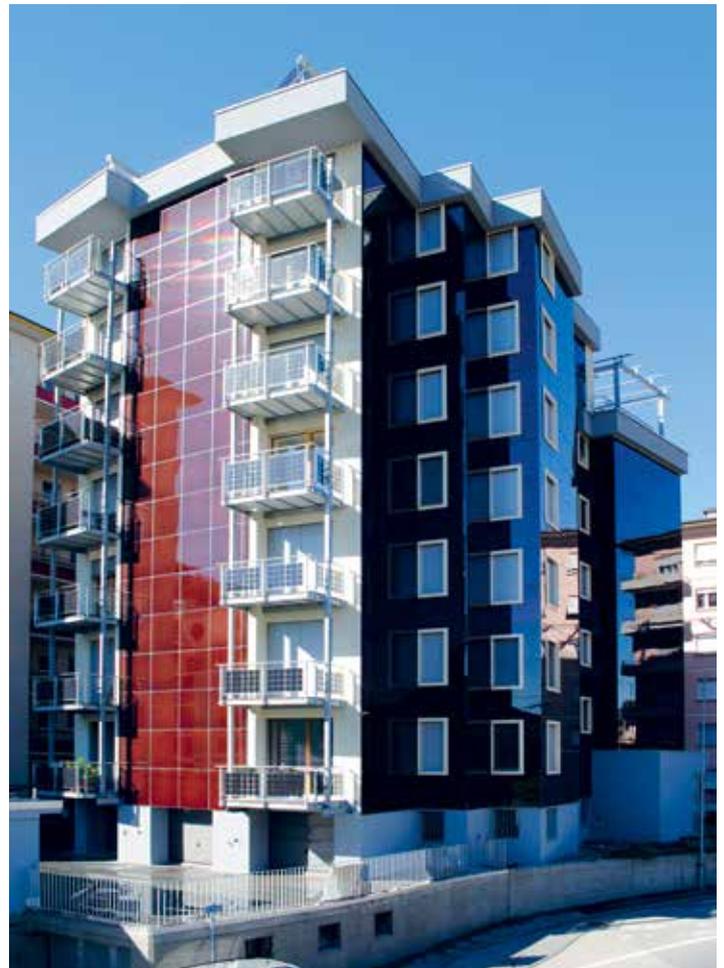
Laddove, è unicamente possibile uno spessore costruttivo ridotto ed è necessario preservare il carattere della muratura, un intonaco termoisolante può rappresentare la soluzione appropriata. Secondo il tipo di prodotto può essere applicato uno spessore massimo di 8 cm.

Per l'isolamento esterno supplementare, vengono sempre più spesso utilizzati materiali isolanti termici ad alte prestazioni (VIP) realizzati con materiali isolanti composti da elementi sotto vuoto o di aerogel sotto forma di stuoie o di intonaco.

In molti casi, l'isolamento interno è un'alternativa. Tuttavia, questi comportano alcuni rischi. Con l'isolamento interno, la massa interna viene scollegata e la costru-

zione dell'involucro viene spostata nella zona fredda. Si creano numerosi ponti termici, ad esempio in corrispondenza di giunzioni di pareti e soffitti, in corrispondenza delle finestre, delle aperture delle finestre, delle solette continue dei balconi. Il rischio di danni alla costruzione aumenta a causa delle temperature superficiali più basse (aumento dell'umidità, condensa superficiale) e, in caso di raccordi non ermetici, possono verificarsi danni da umidità all'interno del componente dell'edificio. Particolarmente a rischio in questo contesto sono le teste delle travi in legno che sono incassate in muratura esistente. La tenuta stagna delle teste delle travi è di solito molto difficile e il comportamento di asciugatura è fortemente compromesso quando si applica l'isolamento interno. Una combinazione di isolamento interno ed esterno può portare ad un buon risultato in termini di fisica della costruzione e di efficienza energetica.

*Figura 6.12: Impianto fotovoltaico integrato nella facciata. Gli elementi fotovoltaici ventilati servono come rivestimento di protezione dalle intemperie. (Fonte: Premio solare svizzero)*



## 6.5 Finestre

**Esistente:** Gli edifici esistenti dispongono per la maggior parte di vetri isolanti (IV) di qualità diversa. Un buon numero di edifici è dotata ancora di vetrate a doppio vetro. Escluse alcune eccezioni, le vetrate a vetro semplice dovrebbero essere totalmente scomparse. Alcuni edifici commerciali sono ancora equipaggiati con vetri speciali (colorazione, vetro opacizzato o rivestito, ecc.). Inoltre un certo gran numero di edifici (scuole, uffici, musei, ecc.) dispone di finestre con vetri isolanti di prima generazione e telai (in alluminio) senza taglio termico, che costituiscono degli importanti ponti termici.

**Misure:** Nel corso degli ultimi 20 anni sono stati realizzati grandi progressi tecnologici nel campo della fabbricazione delle vetrate. I riempimenti speciali con dei gas quali l'Argon e il Krypton e soprattutto i rivestimenti infrarossi (IR) e le vetrate a triplo vetro-IV con due rivestimenti IR, hanno rivoluzionato il mercato delle vetrate. Le prime vetrate-IV, composti con leghe di alluminio nei bordi dei vetri e riempimenti d'aria, presentavano dei valori U maggiori a  $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . I nuovi riempimenti con gas e soprattutto i rivestimenti IR, permettono di raggiungere dei valori compresi tra 1,1 e  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ . I vetri tripli-IV con 2 rivestimenti IR presentano dei valori da 0,6 a  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ . La più recente tecnologia di gas di riempimento, ha prodotto vetrate che possono raggiungere valori di  $U \leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  con meno strati di vetro e meno spessore di accumulo. I telai delle finestre hanno avuto un'evoluzione importante, anche se meno eclatante rispetto a quella dei vetri. Dei buoni telai presentano oggi dei valori U inferiori a  $1,4 \text{ W/m}^2$ . Dei telai speciali permettono di realizzare dei serramenti con un valore di trasmissione termica complessivo  $U_w$  (finestra) inferiore a  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  ed un valore di trasmissione termica del vetro pari a  $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ . L'intervento più efficace, che non rappresenta spesso quello più semplice, è la sostituzione completa delle finestre. Nel caso delle finestre si calcola una durata di vita economica di 25 anni. Nelle abitazioni degli anni 1980 e precedenti, le finestre pos-

Figura 6.13:  
Tipologie di vetro  
(Fonte: Glas  
Troesch)

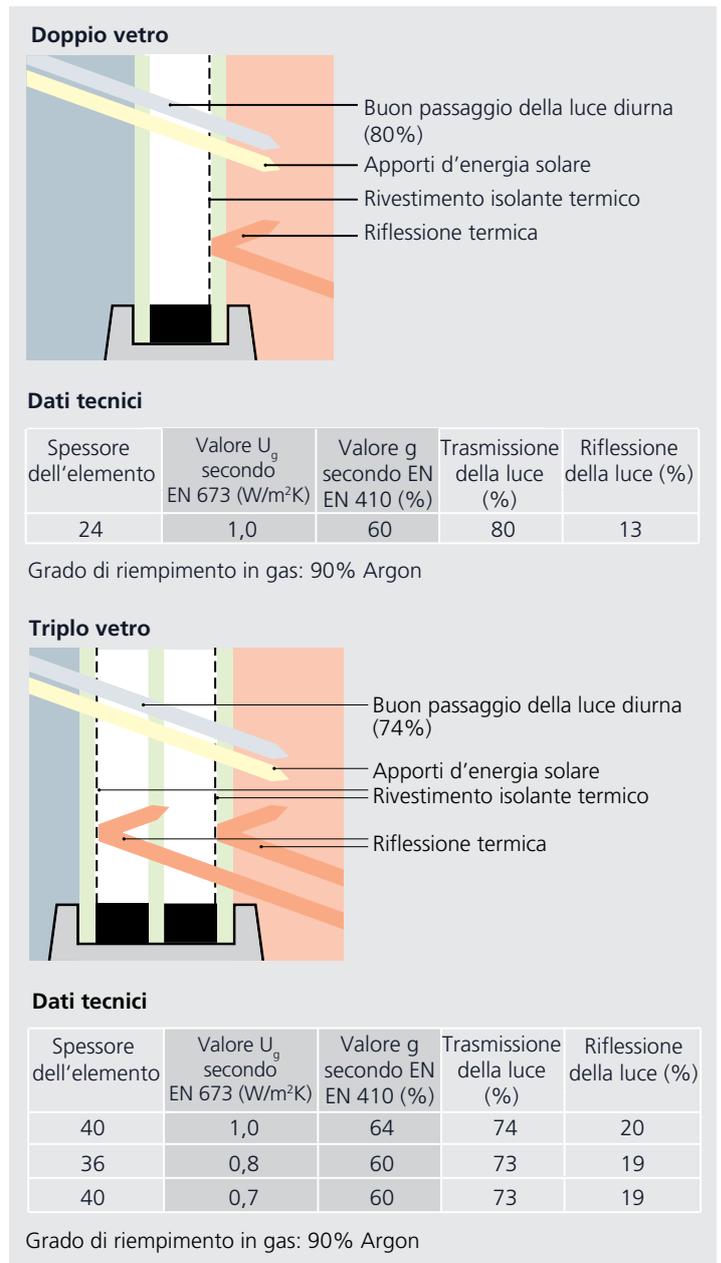
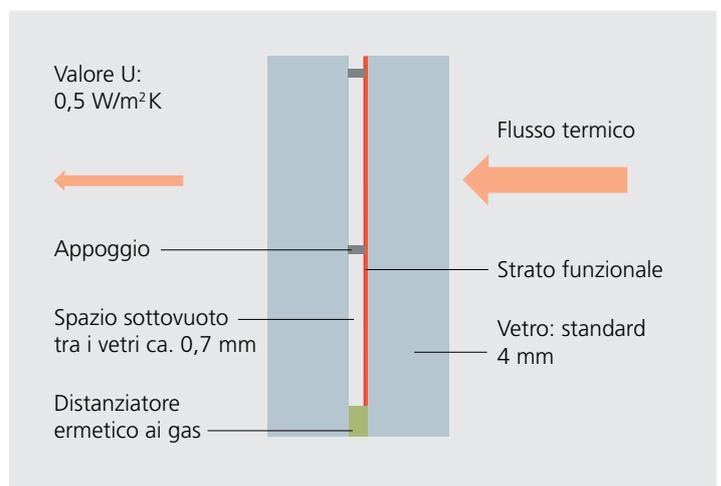


Figura 6.14:  
Vetro sottovuoto.



sono essere cambiate con la coscienza pulita e sostituite con nuove costruzioni tecnicamente migliorate. La sostituzione delle finestre può permettere di risparmiare fino al 30% d'energia. Non bisogna dimenticare tuttavia che l'impiego di finestre altamente isolanti e soprattutto ermetiche necessita un cambiamento nel comportamento dell'utente. In un edificio non ermetico il rinnovo dell'aria e l'eliminazione degli eccessi di umidità dell'aria sono garantiti dalla costruzione stessa. In un'abitazione rinnovata, gli utenti devono garantire loro stessi questo ricambio d'aria in assenza di un'installazione di ventilazione controllata. Nel caso di edifici protetti, la sostituzione dei vetri può permettere di ridurre le perdite d'energia e migliorare il comfort. Per vetri doppi ancora intatti e protetti, il risanamento e l'aumento dell'ermeticità possono permettere di raggiungere questo obiettivo, ad esempio tramite un raddoppio sotto forma di finestra a cassetta o grazie all'adattamento della controfinestra. È necessario in questi casi determinare precisamente dove deve arrivare il perimetro isolante e soprattutto

quello ermetico, allo scopo di evitare la formazione di condensa. Quando si procede al rinnovo di una finestra il punto debole è rappresentato dal cassonetto delle protezioni solari. Le misure di miglioramento sono di difficile esecuzione sul piano tecnico e sono dunque costose. Nel caso di un risanamento di un edificio a carattere commerciale, spesso si parla della realizzazione di una seconda facciata vetrata come parte di una facciata a doppia pelle. Per garantire un utilizzo confortevole d'estate e un guadagno di energia in inverno, l'involucro esterno deve presentare delle aperture. La realizzazione di una facciata a doppia pelle comandata automaticamente e flessibile, è molto costosa e poco impiegata nel campo del risanamento.

#### MoPEC 2014 e conservazione dei monumenti storici

Con l'adozione del MoPEC 2014 nel regolamento cantonale sull'energia e con la pubblicazione della norma SIA 380/1:2016, anche il fabbisogno energetico per le finestre è stato rafforzato. Per le finestre, il

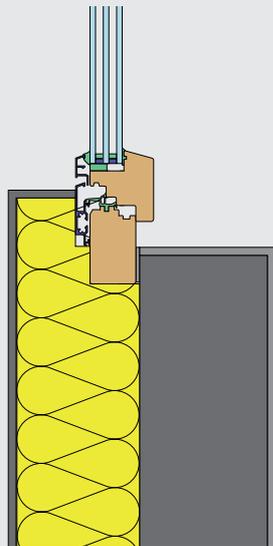
#### Tipologia di telaio

Telaio in legno  $U_f = 1,2-1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Telaio in legno-metallo  $U_f = 1,3-1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Telaio in materiale plastico  $U_f = 1,3-1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Telaio in metallo  $U_f = 1,5-1,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



#### Valore U dei vetri

Doppio vetro-IV,  $U_g = 1,1-1,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

(a dipendenza del riempimento)

Triplo-IV,  $U_g = 0,4-0,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

(a dipendenza del riempimento)

Vetro 4 strati-IV,  $U_g < 0,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

(a dipendenza del riempimento)

Vetro sottovuoto 2 strati  $U_g < 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

#### Indicazioni costruttive

■ Il collegamento vetro-telaio in alluminio ( $\psi = 0,07 \text{ W/m K}$ ), acciaio inossidabile ( $\psi = 0,05 \text{ W/m K}$ ) o plastica ( $\psi = 0,03 \text{ W/m K}$ ) deve essere considerato nel calcolo.

■ Un parametro centrale, oltre al valore U, è il valore g (trasmissione energetica) al fine di considerare i guadagni solari passivi durante il periodo di riscaldamento.

■ A dipendenza del tipo di vetro, dei valori del telaio e del rapporto vetro-telaio, i valori U di una nuova finestra possono variare da  $0,8-1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (il valore deve essere calcolato in modo specifico).

■ I ponti termici delle finestre sono da calcolare in modo specifico.

Figura 6.15:  
Finestra e vetri.

### Restauro delle finestre

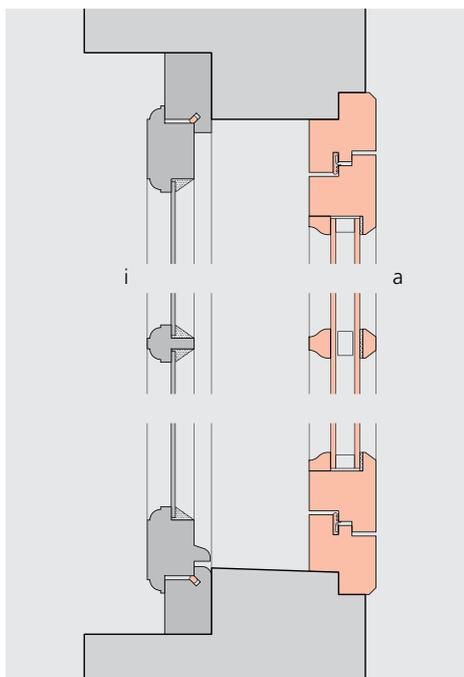
«Le finestre sono gli occhi di una casa.» Questo è ciò che sostiene la Lega del patrimonio nazionale di Basilea, nell'ambito della sua proposta di ripristinare le finestre in maniera parsimoniosa invece di sostituirlle totalmente. In effetti, i telai massicci delle nuove finestre hanno spesso l'effetto di un pugno in un occhio nelle facciate delicatamente lavorate delle vecchie costruzioni. Questi interventi sono particolarmente grossolani nelle case «Art nouveau» e negli edifici dell'epoca. Dall'altra parte, la mancanza di confort e il consumo d'energia di queste finestre di vecchia generazione sono enormi. Solitamente, esse sono concepite come finestre a cassetta composte da una contro-finestra anche chiamata finestra d'inverno e un'altra finestra d'estate interna. La trasmissione termica è di quattro o cinque volte superiore rispetto a quella di una finestra tradizionale di nuova costruzione a vetro triplo. Naturalmente la soluzione più immediata sarebbe quella della sostituzione della finestra interna con un nuovo prodotto a vetro isolante. L'intervento sarebbe nascosto dalla contro-finestra. Tuttavia, considerato che questa finestra, disposta verso l'esterno a completamento della finestra principale, non offre né una protezione termica, né fonica, si correrebbe il rischio che l'utente non presti più attenzione alla sua chiusura o la riponga direttamente in cantina.

La campagna della Lega del patrimonio nazionale ha come obiettivo di restaurare le finestre esistenti nelle case protette o con un valore architettonico particolare. Due misure sono perlopiù proposte: l'installazione di un vetro con rivestimento o l'installazione di guarnizioni nella battuta di tutti i vecchi telai delle finestre. Come mostrano i calcoli di un fisico della costruzione, le perdite termiche delle finestre potrebbero essere dimezzate con la posa di nuovi elementi. Ciò si traduce nella riduzione di ca. 350 litri di olio all'anno, corrispondenti a ca. 10% delle perdite totali. L'inserimento di vetri isolanti può non essere possibile a causa del loro peso.

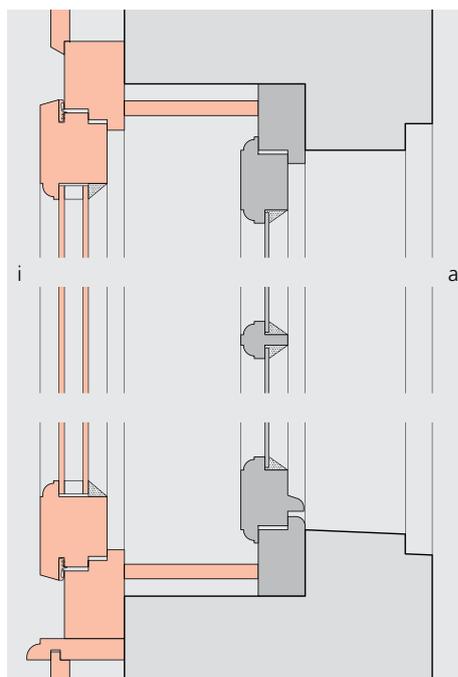
I telai potrebbero sopportare il peso dei nuovi vetri, spiega Paul Dilitz della Lega del patrimonio nazionale di Basilea, ma non la cerniera del serramento. Questo problema non si pone nel caso di un'installazione di un vetro semplice. Il rivestimento della superficie esterna del vetro permette di migliorare la protezione termica del 30% rispetto al vetro non rivestito. Con l'installazione di un secondo vetro di valore equivalente nella contro-finestra, l'effetto viene ulteriormente migliorato. Un tale raddoppio della misura è per così dire proscritto nel caso dell'integrazione di guarnizioni. In effetti, la posa di guarnizioni nella contro-finestra esterna racchiuderebbe lo spazio delimitato tra i due serramenti, che raffreddandosi provocherebbe la formazione di condensa. Durante il periodo di riscaldamento, i vetri risulterebbero così appannati. La posa di guarnizioni in caucciù disposte nella finestra d'estate interna, riduce il ricambio d'aria di circa l'80%. Con l'introduzione di guarnizioni nella battuta del serramento posate correttamente, le esigenze relative alle nuove finestre sono raggiunte. I fisici della costruzione preferiscono dunque questa soluzione. La grande quantità d'aria che s'infiltra attraverso una finestra o un lucernario non risanati, è legata anche all'esigua profondità dei giunti che si sviluppano su grandi lunghezze. Per una finestra di due metri quadrati, sono necessari solitamente 12 metri di guarnizioni in caucciù. È per questo motivo che il ripristino delle finestre storiche non è in ogni caso una soluzione economica. Nella maggior parte dei casi, la sostituzione completa della vecchia finestra con un nuovo elemento, che rispetti le norme sarebbe meno costosa. Le nuove finestre a protezione termica creano un comfort migliore e permettono di ridurre i consumi energetici. Tuttavia, alle volte, queste ragioni non sono pertinenti. Nel caso particolare dei monumenti e degli edifici di valore storico o architettonico è fondamentale prendere cura della sostanza edificata dal punto di vista culturale.

valore limite dei singoli componenti è di  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , indipendentemente dal fatto che si tratti di un nuovo edificio o di una ristrutturazione. In linea di principio, quindi, si possono utilizzare solo vetrate a triplo vetro. D'altra parte, ci sono gli aspetti della conservazione dei monumenti storici

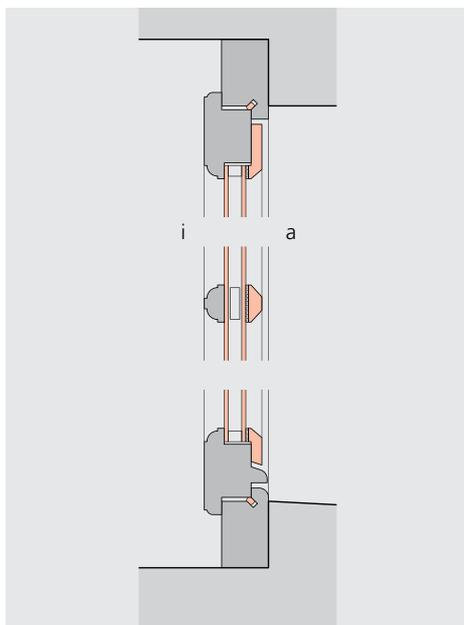
da tenere in considerazione. Se l'uso di vetri tripli non è fattibile o giustificabile dal punto di vista della conservazione dei monumenti storici, le misure di compensazione devono essere discusse in consultazione con l'autorità competente per l'energia.



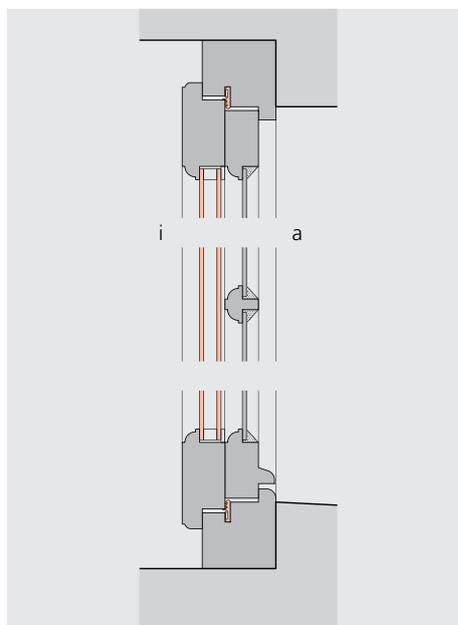
*Figura 6.16:*  
Finestra anteriore  
fissa con vetro IV.



*Figura 6.17:*  
Completamento  
della finestra esi-  
stente con una fine-  
stra incassata.



*Figura 6.18:*  
Installazione nuovi  
vetri IV su finestra  
esistente.



*Figura 6.19:*  
Sostituzione dei ve-  
tri della finestra esi-  
stente dall'interno  
con doppi vetri IV.

Fonte: Quaderno tecnico, Ufficio di conservazione dei monumenti della città e del cantone di Berna

## 6.6 Tetto a falde

**Esistente:** Nei vecchi immobili dotate di copertura a falde, si trovano spesso dei piccoli appartamenti mal isolati e di scarsa qualità negli spazi mansardati. In altre costruzioni, questi spazi sono progettati come locali freddi, in quanto utilizzati come luogo di stoccaggio o deposito. Queste coperture spesso non dispongono di uno strato di sottotetto. In certi casi, questi spazi sono progettati con tecnologia a tetto freddo ed isolamento termico minimo per valori da  $U = 0,5$  fino a  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Malgrado la presenza di una certa coibentazione, tali locali possono essere utilizzati solo saltuariamente a causa dello scarso livello di confort sia estivo che invernale.

### Interventi

La variante di rinnovo più sicura e semplice è la realizzazione di una nuova copertura. Si può in questo caso scegliere la realizzazione di un tetto caldo o freddo, con un isolamento termico tra o sopra i correntini. Quest'intervento risulta più complesso nel

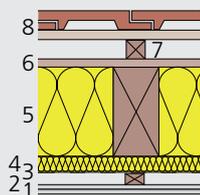
caso in cui si possa intervenire solo dall'esterno o dall'interno.

### Intervento possibile solo dall'esterno:

Posare un eventuale strato ermetico all'aria, inserire un isolamento termico dall'esterno sopra o tra i correntini e costruire sopra la struttura del sottotetto (verificare gli aspetti di fisica della costruzione nella tipologia a tetto caldo); la listonatura, la controlistonatura e gli elementi di copertura completano l'opera. In una simile costruzione è possibile utilizzare isolanti in fibra di legno.

### Intervento possibile solo dall'interno:

Quando lo strato del sottotetto è già presente è sufficiente controllare la fisica della costruzione relativa alla diffusione del vapore, in altre parole bisogna verificare l'ermeticità dello strato del sottotetto. Ciò comporta la posa di uno strato ermetico all'aria posto sulla parte rivolta verso il locale. In aggiunta, può essere posato un isolamento supplementare a copertura dello strato composto dai correntini, sulla parte rivolta verso il locale, per tutta la superficie (ponti termici) della copertura.



### Composizione della costruzione

- 1 Rivestimento interno
- 2 Spazio per installazioni
- 3 Barriera al vapore
- 4 Isolamento supplementare da 4 cm fino a 6 cm
- 5 Isolamento tra i travetti
- 6 Sottotetto esistente (permeabile alla diffusione)
- 7 Controlistonatura, spazio di ventilazione esistente
- 8 Listonatura, copertura esistente, eventualmente impianto solare

### Valore U con $\lambda = 0,034 \text{ W/m K}$

$d = 15 \text{ cm}$ ;  $U = 0,20 - 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 20 \text{ cm}$ ;  $U = 0,15 - 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 25 \text{ cm}$ ;  $U = 0,10 - 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

4 isolamento supplementare 4 - 6 cm

### Indicazioni costruttive

- In presenza di un sotto-tetto e di una copertura intatta del tetto, la costruzione può essere realizzata dall'interno. È richiesto un controllo della diffusione del vapore.
- Nel caso in cui non esiste un sotto-tetto e l'intervento è possibile unicamente dall'interno, esistono dei rischi riguardo la funzionalità dell'isolamento termico e del sottotetto realizzati dall'interno (questa procedura non è raccomandata).
- L'isolamento termico supplementare posato all'interno migliora il valore d'isolamento e riduce i ponti termici.
- Per il rivestimento interno, conviene scegliere materiali pesanti (es. gesso) allo scopo di garantire la protezione termica estiva.
- Nel caso di rifacimento totale della copertura, l'opera può essere realizzata secondo gli standard in vigore per la nuova costruzione.

Figura 6.20:  
Tetto a falde.

Nel caso in cui sia necessario modificare l'utilizzo di un locale, dotato di un tetto con solaio non isolato (senza sottotetto) per scopi abitativi o di lavoro, gli sforzi da compiere sono molto più importanti. L'applicazione di un sottotetto dall'interno tra i correntini è molto complessa e presenta dei rischi, in quanto i sistemi di allacciamento e di smaltimento delle acque meteoriche non possono del tutto escludere delle infiltrazioni d'acqua. È raccomandato posare almeno una barriera al vapore o uno strato ermetico all'aria che permetta l'asciugamento dell'isolamento termico e della struttura in legno in caso di infiltrazioni d'acqua.

Di principio, per l'utilizzo degli spazi sotto le coperture, conviene scegliere un isolamento termico possibilmente pesante (ad es. lana di roccia, isolanti termici in fibra di legno) sia per la protezione termica estiva che per quella invernale. Inoltre, è opportuno prevedere delle finiture interne possibilmente massicce, come ad es. i pannelli di gesso per i rivestimenti interni. In questo modo è possibile ottenere uno sfasamento e un'attenuazione dell'onda di calore attraverso gli elementi costruttivi. Quando viene realizzata una nuova copertura può essere opportuna l'installazione d'impianti solari integrati, ad esempio collettori solari termici o pannelli fotovoltaici.



*Figura 6.21: Ampio risanamento e aggiunta di piani ad un edificio di appartamenti sulla Martastrasse a Zurigo da parte dello studio di architettura Vera Gloor AG, Zurigo. (Foto: Guido Honegger)*

## 6.7 Tetto piano

Si distinguono quattro tipologie di tetto piano.

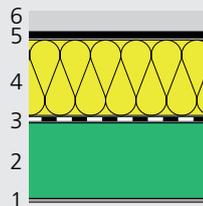
**Tetto piano convenzionale:** I differenti strati sono disposti separatamente gli uni sugli altri. La maggior parte dei materiali isolanti e degli strati impermeabili all'acqua sono appropriati a questa tipologia di tetto caldo.

**Tetto composito o tetto compatto:** Tutti gli strati (esclusi quelli di protezione o di calpestio) sono uniti tra di loro su tutta la superficie e con la struttura sottostante. Questo tipo di coperture è spesso composto da un isolamento termico in vetro cellulare.

**Tetto rovescio:** Lo strato impermeabile all'acqua si trova al di sotto dello strato

isolante termico, protetto dal calore, dal freddo e dai raggi UV. Unicamente i materiali resistenti all'umidità possono essere impiegati come isolanti termici. Questo tipo di copertura deve obbligatoriamente presentare una pendenza di 1,5 % e prevedere un supplemento del 10, 20 % dello strato isolante termico (perdite d'energia per effetto di dilavamento).

**Tetto freddo ventilato:** Questo sistema di copertura si compone di uno strato interno ermetico all'aria che circonda il locale, di uno strato esterno con sistema impermeabile e di uno spazio intermedio ventilato.



### Composizione della costruzione

- 1 Intonaco interno
- 2 Calcestruzzo armato, struttura portante
- 3 Barriera al vapore
- 4 Strato d'isolamento termico variabile
- 5 Strato impermeabile all'acqua
- 6 Strato di protezione e d'usura variabili

Figura 6.22:  
Tetto piano  
convenzionale.

### Valore U con $\lambda = 0,034 \text{ W/m K}$

$d = 20 \text{ cm}$ ;  $U = 0,15 - 0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d = 25 \text{ cm}$ ;  $U = 0,12 - 0,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

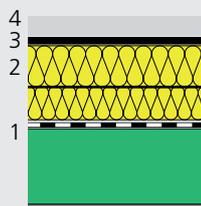
$d = 30 \text{ cm}$ ;  $U = 0,10 - 0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

### Indicazioni costruttive

■ Il tetto caldo è il tipo di costruzione più diffuso per le nuove costruzioni e i rinnovi. Il tetto compatto e il tetto rovescio sono delle varianti di tetto piano applicate nei risanamenti e nelle nuove costruzioni.

■ Le condizioni di base in termini costruttivi sono definite dalla norma SIA 271.

■ Per la maggior parte degli utilizzi è richiesta una certa pendenza. La pendenza richiesta deve essere garantita dalla sottostruttura del tetto o dallo strato di isolamento termico.



### Composizione della costruzione

- 1 Tetto piano esistente
- 2 Isolamento termico supplementare variabile
- 3 Strato impermeabile all'acqua
- 4 Strato di protezione e d'usura variabili

Figura 6.23:  
Tetto doppio.

### Valor U con $\lambda = 0,036 \text{ W/m K}$

$d_{\text{tot}} = 20 \text{ cm}$ ;  $U = 0,17 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 25 \text{ cm}$ ;  $U = 0,14 - 0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 30 \text{ cm}$ ;  $U = 0,12 - 0,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

### Indicazioni costruttive

■ Il tetto doppio è particolarmente indicato per i rinnovi con miglioramento dell'isolamento termico e dell'ermeticità.

■ Il vecchio sistema d'ermeticità può essere lasciato o asportato (valutazione necessaria a livello di fisica della costruzione).

■ Per la realizzazione di un tetto doppio sono appropriati tutti i materiali utilizzati per i tetti piani. La compatibilità tra materiali nuovi e vecchi deve essere valutata.

### Sistemi d'impermeabilizzazione

**1960 ca.:** Sviluppo delle costruzioni con tetto piano in Europa. Parallelamente, sono realizzate le membrane impermeabili per le coperture. Agli inizi degli anni '50, è apparsa sul mercato la membrana impermeabile PIB (poliisobutilene), allo scopo di sostituire il manto bituminoso che era tradizionalmente impiegato come impermeabilizzazione tra gli strati portanti. In seguito, l'offerta di materiali impermeabili si è diversificata (elastomeri, materiali sintetici). Alla fine degli anni '70, sono stati utilizzati materiali sintetici liquidi per isolare le superfici del tetto. Questi ultimi erano principalmente impiegati nei tetti piani per i quali le membrane erano molto difficili da posare (presenza di numerosi raccordi, forme di copertura articolate, ecc.).

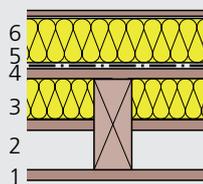
**Interventi:** Le coperture piane esistenti relativamente vetuste possono essere classificate in tre categorie. Gli interventi da intraprendere sono diversi in funzione di tali categorie.

**Tetti piani vetusti:** La copertura ha più di 25 anni, lo strato impermeabile all'acqua è ancora ermetico, l'isolamento termico non risponde più alle esigenze minime a causa della sua età. Una copertura che ha svolto la sua funzione d'ermeticità e d'isolamento durante 25 anni, ha raggiunto la fine della sua durata di vita tecnica. La copertura può essere smantellata e ricostruita con un nuovo sistema. Essa può tuttavia essere rinnovata o completata sotto forma di una doppia copertura. In questo caso, viene

posato sopra la copertura esistente un nuovo isolamento termico con un nuovo strato impermeabile all'acqua. Il vecchio sistema d'impermeabilizzazione può allora essere eliminato o mantenuto (verificare la diffusione del vapore).

**Strato impermeabile all'acqua non più ermetico:** Lo strato impermeabile all'acqua non è più ermetico, l'isolante termico è umido o lascia infiltrare dell'acqua, perdendo il suo effetto isolante con conseguenti danni causati dall'umidità e dall'acqua. In questo caso la sostituzione è d'obbligo. I difetti dovuti alla mancata ermeticità devono essere identificati, i materiali isolanti bagnati devono essere sostituiti e la copertura riparata. A dipendenza della rilevanza dei danni è opportuno sostituire delle superfici importanti o addirittura l'insieme della copertura piana.

**Isolamento termico insufficiente:** La copertura non ha ancora raggiunto il termine della sua durata di vita tecnica di 25–30 anni, ma è previsto comunque un rinnovo globale. Il miglioramento della termica potrebbe anche essere realizzato con una doppia copertura con isolamento supplementare. Queste costruzioni, formate da più strati, devono però essere controllate sotto l'aspetto della fisica della costruzione in merito alla diffusione del vapore. Di principio vale la regola per cui la resistenza al passaggio del calore aumenta dalla parte calda a quella fredda e la resistenza alla diffusione del vapore diminuisce dalla parte calda a quella fredda.



#### Composizione della costruzione

- 1 Soffitto in gesso esistente
- 2 Pavimento in travi di legno
- 3 Spazio tra le travi isolato (nuovo)
- 4 Parquet esistente
- 5 Eventuale strato di ermeticità all'aria, barriera al vapore
- 6 Protezione termica-fonica aggiuntiva

#### Valore U con $\lambda = 0,040 \text{ W/m K}$

$d_{\text{tot}} = 16 \text{ cm}; U = 0,25 - 0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 20 \text{ cm}; U = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 25 \text{ cm}; U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

#### Indicazioni costruttive

- L'isolamento termico nello spazio tra le travi può essere insufflato (fiocchi di cellulosa) senza necessità di rimuovere il parquet.
- Una costruzione realizzata sopra il parquet con nuovo isolamento termico e rivestimento può contribuire al miglioramento della protezione termica e fonica.

Figura 6.24:  
Soletta del solaio.

## 6.8 Soletta del solaio

In numerose vecchie abitazioni, gli spazi sotto il tetto sono utilizzati e la copertura deve essere isolata di conseguenza. Esistono tuttavia numerosi edifici, per i quali questi spazi servono da locale di stoccaggio e deposito. In queste costruzioni, la soletta del solaio è composta spesso da travatura in legno coperta da listoni con intradosso in pannelli di gesso. Le abitazioni più recenti (a partire dal 1970/80) dispongono in genere di solette in calcestruzzo.

**Interventi:** Di principio si potrebbe isolare la copertura ottenendo così un locale non riscaldato all'interno del perimetro isolato. Questo intervento è sicuramente più complesso che la coibentazione della soletta del solaio, ma può essere opportuno se combinato con il rinnovo previsto del tetto. La soluzione della coibentazione termica della soletta del solaio è quella più semplice e nei casi standard è ugualmente la più vantaggiosa. Sulla soletta in calcestruzzo l'isolante termico viene posato con un rivestimento calpestabile. Tramite questa variante si perde qualcosa nell'altezza del locale, ma la costruzione non presenta nessun problema di fisica della costruzione

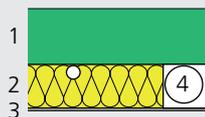
Un migliore isolamento del tetto e dei soffitti dei piani cantinati è nella maggior parte dei casi adatto all'attuazione di una «strategia di compensazione». Questo significa che per superfici verticali, in particolar modo per le facciate, sarà adottabile un livello di coibentazione ridotto.

(isolamento termico sul lato freddo, buona ermeticità del calcestruzzo). Nel caso di costruzione con travatura di legno è anche possibile posare un isolamento termico sul soffitto del solaio. A dipendenza della tipologia di rivestimento della soletta, bisogna tuttavia verificare la necessità di posa di uno strato impermeabile all'aria o di una barriera al vapore. Un'elegante soluzione consiste nell'insufflare dei fiocchi di cellulosa negli spazi tra le travi. Questo intervento non comporta nessuna riduzione di spazio e non pone nessun problema di fisica della costruzione.

## 6.9 Soletta sopra la cantina

Le solette sopra le cantine sono composte da elementi ad orditura (pignatte e travetti), da strutture in calcestruzzo o da elementi a travatura in legno.

**Interventi:** In tutte le tipologie di costruzione una coibentazione termica dell'intradosso risulta essere energeticamente efficiente e non pone nessun problema di fisica della costruzione. Questo intervento riduce le perdite termiche e aumenta la temperatura superficiale del pavimento, migliorando il comfort. Questa misura è effettivamente molto economica, anche se la sua realizzazione è talvolta difficile. Diferenti condotte passano spesso sotto la soletta (tubi del riscaldamento, condotte d'acqua, cavi elettrici, cassette di distribuzione, corpi illuminanti, ecc.) rendendo difficile la posa di pannelli isolanti. In questi casi, le componenti da mantenere devono essere accessibili.



### Composizione della costruzione

- 1 Struttura della soletta esistente
- 2 Isolamento termico (nuovo)
- 3 Strato di copertura (nuovo)
- 4 Installazioni tecniche (esistenti)

### Valore U con $\lambda = 0,038 \text{ W/m K}$

$d_{\text{tot}} = 10 \text{ cm}; U = 0,30 - 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 15 \text{ cm}; U = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$d_{\text{tot}} = 20 \text{ cm}; U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

### Indicazioni costruttive

- I pannelli devono essere fissati meccanicamente.
- Nonostante lo spazio necessario per il posizionamento delle condotte esistenti, questa misura è interessante sia a livello energetico che in termini di fisica della costruzione (temperatura del pavimento).
- Le condotte sono contornate o coperte.

Figura 6.25:  
Soletta sopra la cantina, soletta sopra locali interrati.

## 6.10 Pareti e solette contro terra

Le cantine utilizzate un tempo come locali tecnici o deposito devono essere dotate di un isolamento termico nel caso in cui tali locali vengano utilizzati come uffici, locali abitati, o ateliers. In questi casi si possono evidenziare due diverse situazioni iniziali: la cantina è equipaggiata di un sistema drenante o di strati resistenti all'umidità a livello della soletta e del muro contro terra? Oppure la soletta e il muro in pietra sono a diretto contatto con il terreno umido, con il rischio che l'umidità può essere trasportata all'interno per capillarità attraverso tali elementi costruttivi? Le soluzioni d'intervento per i casi di edifici realizzati sopra terreni con falde acquifere sono molto complesse e non saranno trattate in questo libro.

**Interventi in abitazioni con sistemi drenanti e di protezione contro l'umidità delle pareti:** Prevedere una struttura della soletta con protezioni anti-umidità per evitare la risalita capillare; nelle zone della fon-

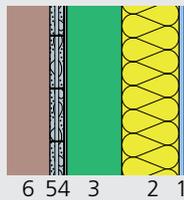
dazione, a seconda dell'importanza dei danni e della situazione, prevedere delle barriere orizzontali (chimiche, iniezioni) o eventualmente meccaniche (lamiere). Esistono anche delle specifiche procedure elettro-fisiche per combattere l'umidità nelle pareti. Nel caso di muri o solette a secco può essere applicato l'isolante necessario.

### Solette e pareti contro terreno umido:

In tale situazione, il tipo d'intervento deve essere deciso caso per caso. La migliore soluzione consiste nel rimuovere la terra lungo il perimetro dell'abitazione e installare opportuni sistemi drenanti, applicando gli strati anti-umidità necessari. In questo caso sono possibili più varianti:

- Nessun intervento, stato esistente
- Applicazione intonaco protettivo
- Rimozione terra lungo il perimetro della casa e applicazione delle misure
- Nuova parete esterna isolata e ermetica

Queste soluzioni sono costose e possono comportare rischi di fisica della costruzione.



### Composizione della costruzione

- 1 Strato di protezione meccanica
- 2 Isolamento interno (variabile) eventualmente barriera al vapore
- 3 Muratura esistente
- 4 Strato di ermeticità
- 5 Materiale drenante
- 6 Terreno

### Valore U con $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$

$d = 10 \text{ cm}$ ;  $U = 0,30 - 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 15 \text{ cm}$ ;  $U = 0,20 - 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

$d = 20 \text{ cm}$ ;  $U = 0,15 - 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Indicazioni costruttive

- Nel caso in cui esiste all'esterno uno strato impermeabile con materiale e condotte di drenaggio, è possibile un miglioramento termico tramite isolamento interno.
- La diffusione del vapore deve essere verificata in particolare dove i locali interrati fuoriescono dal terreno e sono esposti alle intemperie.
- A livello dei raccordi dei soffitti e dei muri si osservano dei ponti termici che devono essere valutati.
- Nella zona delle fondazioni, conviene a seconda della situazione, prevedere una barriera orizzontale (meccanica o chimica).
- Nel caso delle pareti esterne situate direttamente a contatto con il terreno umido senza dispositivi di drenaggio, non è possibile definire una soluzione standard. Questa situazione complessa deve essere valutata caso per caso in modo da realizzare degli interventi appropriati. Dei possibili interventi sono l'applicazione di un intonaco di risanamento, lo scavo e la posa del relativo sistema di drenaggio, un intervento di isolamento dall'interno, la realizzazione di una parete supplementare interna, ecc.

Figura 6.26:  
Parete contro terra.



# Protezione fonica

Niklaus Hodel,  
Patrick Hertig

## 7.1 Situazione iniziale

Gran parte della popolazione svizzera è attualmente esposta a delle immissioni sonore eccessive che provengono dalla strada, dalla ferrovia, dall'industria, ecc. Secondo le analisi dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM, Inquinamento fonico in Svizzera) più di un milione di abitanti sono esposti oggi a dei livelli sonori troppo elevati. Inoltre da un sondaggio rappresentativo dell'Ufficio federale delle abitazioni rivolto a promotori immobiliari professionali e privati, risulta che una buona protezione fonica tra gli appartamenti costituisce uno dei criteri più importanti nella costruzione di un edificio. Di conseguenza, il tema dell'acustica nella costruzione e della protezione contro il rumore esterno e interno deve ugualmente essere considerato nel risanamento, nel rinnovo e nella costruzione continua. Le condizioni giuridiche sono definite essenzialmente dall'Ordinanza federale contro l'inquinamento fonico (OIF) e dalla Norma SIA 181 «La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie».

## 7.2 Situazione giuridica e prescrizioni

SIA 181. A partire dal 1976, la norma SIA 181 «La protezione dal rumore negli edifici residenziali» sostituisce la precedente raccomandazione. Nel 1988, oltre all'Ordinanza federale contro l'inquinamento fonico, entra in vigore la nuova norma SIA 181 «La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie». Questa norma ha valenza giuridica in quanto facente parte dell'OIF, che si basa a sua volta sulla

Figura 7.1:  
Rumori rilevanti e inquinamento fonico che influenzano il comfort nei locali. (Fonte: vdf Verlag)

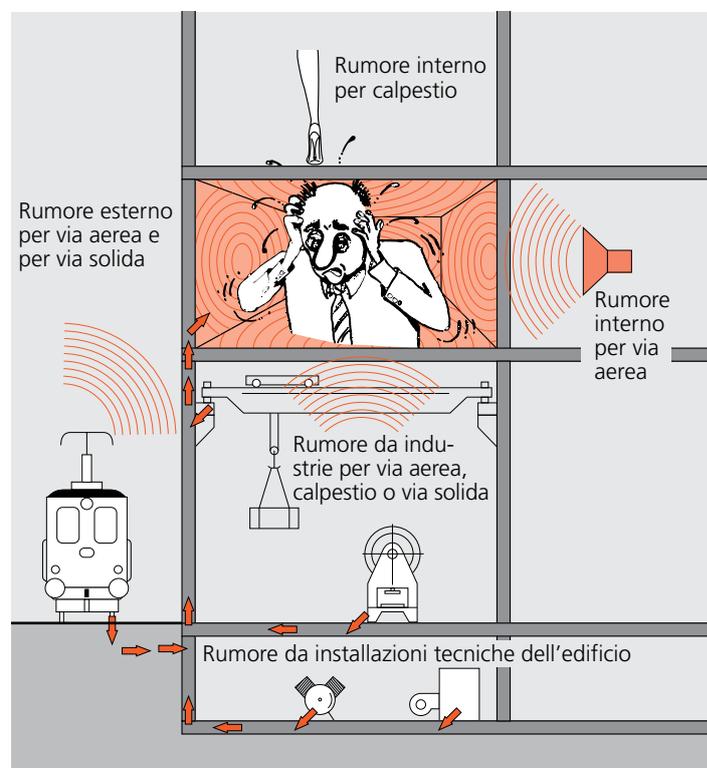


Tabella 7.1:  
Problematiche del rumore e misure di protezione fonica.

La prima direttiva svizzera sulla protezione fonica nella costruzione è apparsa nel 1970, sotto forma di raccomandazione

Sorgenti sonore				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rumore dall'esterno (ad es. traffico)</li> <li>Rumore per via aerea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rumore da abitazioni vicine</li> <li>Rumore per via aerea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rumore da abitazioni vicine</li> <li>Rumore per calpestio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rumore delle installazioni (impianti tecnici)</li> <li>Rumore per via solida e per via aerea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rumore intrinseco (rumore interni al locale)</li> <li>Rumore per via aerea</li> </ul>
Parti costruttive ed installazioni				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Finestra</li> <li>Parete esterna</li> <li>Tetto</li> <li>Porte esterne</li> <li>Cassonetto delle protezioni solari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parete divisorie appartamenti</li> <li>Soffitti degli appartamenti</li> <li>Porte degli appartamenti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solette divisorie tra appartamenti</li> <li>Balconi</li> <li>Tetti accessibili</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installazioni sanitarie e di riscaldamento</li> <li>Condotte</li> <li>Apparecchi, macchine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vano scala</li> <li>Atri, corridoi</li> <li>Bagni</li> <li>Locali speciali</li> </ul>
Protezione fonica				
Isolamento dal rumore per via aerea	Isolamento dal rumore per via aerea	Isolamento dal rumore per calpestio	Isolamento dal rumore per via aerea e per calpestio	Riduzione del riverbero

Legge sulla protezione dell'ambiente (LPamb). L'OIF regola in particolare:

- La delimitazione e l'urbanizzazione delle zone edificabili nelle zone esposte ai rumori.
- Il rilascio dei permessi di costruzione, in zone esposte ai rumori, per edifici con locali sensibili al rumore.
- La protezione contro il rumore esterno ed interno in edifici nuovi ed esistenti con locali sensibili al rumore.
- La determinazione delle immissioni foniche esterne e la loro valutazione in base a valori limite d'esposizione.

La norma SIA 181, edizione 2006, in vigore attualmente, è stata ampliata e adattata alle attuali norme EN e ISO; essa regola:

- La protezione degli edifici contro le fonti di rumore esterne ed interne, in relazione alle unità d'uso nelle nuove costruzioni e nelle trasformazioni.
- Le caratteristiche acustiche degli edifici, degli elementi costruttivi e degli impianti tecnici negli edifici.
- La protezione fonica all'interno delle unità d'utilizzo tramite raccomandazioni.
- L'acustica delle aule d'insegnamento e delle palestre.

La norma SIA 181, edizione 2006, è attualmente in fase di revisione rispettivamente di consultazione.

### 7.3 Rumore esterno

Si tratta essenzialmente di due articoli rilevanti tratti dall'OIF.

**Art.31. Permesso di costruzione nelle zone esposte ai rumori:** I valori limite d'immissione predeterminati, devono essere rispettati e misurati al centro della finestra aperta (stato di ventilazione) dei locali sensibili al rumore. Secondo la decisione del Tribunale Federale del 16 marzo 2016, i requisiti valgono per tutte le finestre di locali sensibili al rumore, contrariamente alla «Prassi di ventilazione tramite finestre» applicata in precedenza. Di norma, un impianto di ventilazione controllata non è considerato un intervento di protezione fonica conformemente all'art.31 dell'OIF.

**Art.32. Requisiti per la protezione contro il rumore dall'esterno:** L'involucro chiuso deve rispettare le esigenze minime previste dalla norma SIA 181. I requisiti si applicano ugualmente agli elementi esterni e di separazione che vengono trasformati, sostituiti o realizzati a nuovo. Essi dipendono dal livello sonoro esterno e dal grado di sensibilità al rumore. Fa stato l'elemento più debole dell'involucro edilizio. Si tratta

**Tabella 7.2:**  
Valori limite di esposizione secondo la OIF.

	Valore di pianificazione		Valore limite d'immissione		Valore d'allarme	
	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte
Grado di sensibilità						
GS I (zone ricreative)	50 dB	40 dB	55 dB	45 dB	65 dB	60 dB
GS II (zone di abitazione)	55 dB	45 dB	60 dB	50 dB	70 dB	65 dB
GS III (zone miste)	60 dB	50 dB	65 dB	55 dB	70 dB	65 dB
GS IV (zone industriali)	65 dB	55 dB	70 dB	60 dB	75 dB	70 dB

**Tabella 7.3:**  
Esigenze maggiorate e minime (in grassetto) di protezione dal rumore per via aerea proveniente dall'esterno. (SIA 181)

	Grado di disturbo dovuto al rumore proveniente dall'esterno			
	Limitato a moderato		Rilevante a molto forte	
Ubicazione del luogo di ricezione	Lontano da vie di comunicazione, nessuna attività molesta		In vicinanza di vie di comunicazione o di attività moleste	
Periodo di valutazione	Giorno	Notte	Giorno	Notte
Livello di valutazione	$L_r \leq 60$ dB	$L_r \leq 52$ dB	$L_r > 60$ dB	$L_r > 52$ dB
Sensibilità al rumore ridotta	Valori richiesti $D_e$ in dB (Differenza di livello sonoro standard)		$L_r - 35$ dB / $-38$ dB	$L_r - 27$ dB / $-30$ dB
media			$L_r - 30$ dB / $-33$ dB	$L_r - 22$ dB / $-25$ dB
elevata			$L_r - 25$ dB / $-28$ dB	$L_r - 17$ dB / $-20$ dB

in genere della finestra o delle coperture a falde. In caso di inquinamento fonico importante vengono utilizzate delle finestre insonorizzate con vetri aventi un indice di fonoisolamento  $R_w$  superiore a 35 dB. I tripli vetri isolanti tradizionali non offrono spesso una sufficiente protezione fonica in zone rumorose, nonostante la presenza di tre vetri.

## 7.4 Rumore per via aerea

**Trasmissione del rumore per via aerea:** Trasmissione del rumore per via aerea da un locale ad un altro tramite gli elementi divisori (muro, soffitto, finestra, ecc.) attraverso aperture, fessure o per via indiretta. I valori richiesti  $D_i$  dipendono dal carico fonico e dalla sensibilità al rumore. Questi valori (esigenze minime) si applicano principalmente alle nuove costruzioni, ma valgono ugualmente per i cambiamenti di

destinazione, gli ampliamenti e le trasformazioni che comportano degli interventi rilevanti. Per le esigenze accresciute, si applicheranno questi valori aumentati di 3dB rispetto alle indicazioni della Tabella 7.4 \*. Nelle abitazioni esistenti, i muri in mattoni o in beton monostrato pongono i maggiori problemi di trasmissione del rumore per via aerea, che possono essere risolti con la posa di adeguati rivestimenti. A questo proposito, le solette realizzate in travi di legno con pavimento in listoni e intradosso in gesso, presentano un problema potenziale ancora maggiore. Il riempimento degli spazi tra le travi con della lana minerale o fiocchi di cellulosa non porta l'effetto desiderato, a causa della mancata massa. La realizzazione di un controsoffitto supplementare in gesso, l'adozione di una cappa cementizia flottante o le due misure combinate, sono in questi casi necessarie per

\* La norma rivista SIA 181, attualmente in consultazione, prevede 4 db.

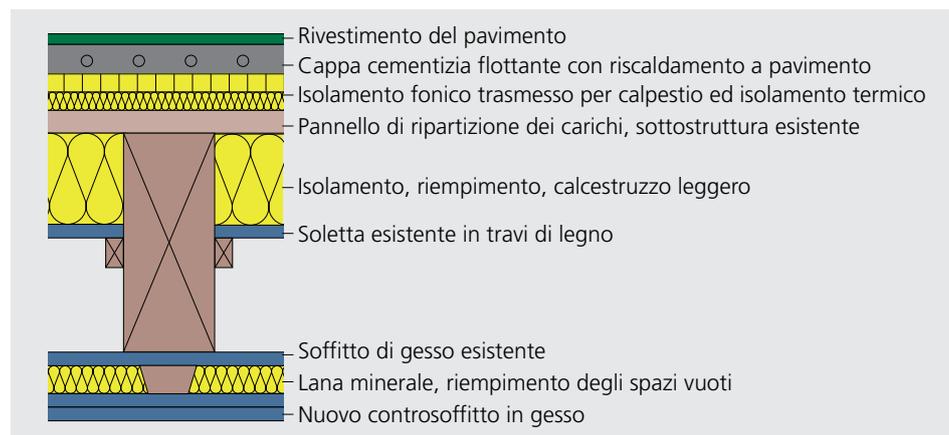


Figura 7.2:  
Possibile struttura  
di una soletta in  
travi di legno.

Carico fonico	limitato	moderato	forte	molto forte
Esempi di tipologia e di utilizzo del locale in cui sono prodotte le emissioni (locale emittente)	Utilizzo poco rumoroso: sala di lettura, d'attesa, camera di degenza, ambulatorio, archivio	Utilizzo normale: soggiorno, camera da letto, cucina, bagno, WC, corridoio, vano ascensore, vano scala, ufficio, sala conferenze, laboratorio, locale di vendita senza impianto di diffusione sonora	Utilizzo rumoroso: locale hobby, sala riunioni, aula scolastica, asilo nido, asilo, riscaldamento, autorimessa, locale macchine, ristorante senza impianto di diffusione sonora, locale di vendita con impianto di diffusione sonora e relativi locali annessi	Utilizzo molto rumoroso: azienda artigianale, officina, locale per esercitazioni musicali, palestra, ristorante con impianto di diffusione sonora e relativi locali annessi
Sensibilità al rumore	Protezione dal rumore per via aerea proveniente dall'interno: Valori richiesti $D_i$			
ridotta	45 dB/42 dB	50 dB/47 dB	55 dB/52 dB	60 dB/57 dB
media	50 dB/47 dB	55 dB/52 dB	60 dB/57 dB	65 dB/62 dB
elevata	55 dB/52 dB	60 dB/57 dB	65 dB/62 dB	70 dB/67 dB

Tabella 7.4:  
Esigenze maggiorate e minime (in grassetto) per la protezione contro il rumore aereo dall'interno (SIA 181:2006).

raggiungere una protezione fonica sufficiente (Figura 7.2). Tuttavia sono frequenti i casi in cui non si dispone della necessaria altezza dei locali, o situazioni nelle quali aspetti architettonici o di conservazione degli edifici limitano tali interventi. Talvolta i costi per la realizzazione di tali soluzioni sono molto elevati.

## 7.5 Rumore per calpestio

**Trasmissione del rumore per calpestio:** Trasmissione per via solida di un rumore per calpestio su un elemento costruttivo calpestable verso altri locali, e successivo irradiazione e percezione sotto forma di rumore per via aerea. I valori richiesti dipendono dal carico sonoro e dalla sensibilità al rumore. Questi valori (requisiti minimi) si applicano soprattutto alle nuove costruzioni; per le trasformazioni si applicano dei valori limite (ridotti) aumentati di 2 dB. Per le esigenze maggiorate si applicano valori più elevati (più restrittivi) ridotti di 3 dB, rispetto alle indicazioni della Tabella 7.5\*. Negli edifici esistenti le solette in beton senza cappa cementizia flottante o quelle a travatura di legno, sono gli elementi che pongono i maggiori problemi, come già riscontrato nel caso della trasmissione del rumore per via aerea. Nelle abitazioni realizzate con solette in beton

degli anni '60 e '70 si utilizzavano spesso dei rivestimenti in «moquette» a copertura del pavimento. Nel caso di una sostituzione del rivestimento del pavimento, ad es. con un nuovo rivestimento in parquet, si può riscontrare una trasmissione del rumore per calpestio non desiderata e più importante. Nel caso di solette a travatura in legno, la posa di una cappa cementizia flottante migliora la situazione. Inoltre, nel caso di un rinnovo globale, è interessante prevedere l'integrazione della distribuzione delle serpentine a pavimento. Questo è raccomandato quando viene sostituita una produzione del calore ad energia fossile, con un nuovo produttore che funzioni a bassa temperatura (pompa di calore). Gli interventi eseguiti nell'intradosso dei soffitti, come ad es. la posa di un controsoffitto in cartongesso, può migliorare sensibilmente la situazione, anche se risulta comunque meno efficace di un intervento tramite posa di una cappa cementizia.

\* La norma rivista SIA 181, attualmente in consultazione, prevede 4 db.

Tipo di rumore prodotto nel locale emittente	Rumore puntuale		Rumore continuo Rumore legato al funzionamento e all'utilizzo
	Rumore di funzionamento	Rumore di utilizzo	
Sensibilità al rumore	Valori richiesti $L_H$		
ridotta	38 dB(A)	43 dB(A)	33 dB(A)
media	33 dB(A)	38 dB(A)	28 dB(A)
elevata	28 dB(A)	33 dB(A)	25 dB(A)

Tabella 7.6: Requisiti minimi per la protezione dal rumore delle installazioni domestiche. (SIA 181: 2006).

Carico fonico	limitato	moderato	forte	molto forte
Esempio di tipologie di locali e di utilizzo (locale emittente)	Archivio, sala d'attesa, sala di lettura	Locale di soggiorno, camera da letto, cucina, bagno, WC, ufficio, locali tecnici, corridoio, scale, balcone comune, zona di circolazione, terrazza, garage	Ristorante, salone, aula scolastica, asilo nido, asilo, palestra, atelier, sala di musica e sala riunioni	Le zone sono definite come a «forte» inquinamento quando sono anche utilizzate di notte tra le 19.00 e le 07.00.
Sensibilità al rumore	Protezione dal rumore per calpestio: Valori richiesti $L'$			
ridotta	60 dB/63 dB	55 dB/58 dB	50 dB/53 dB	45 dB/48 dB
media	55 dB/58 dB	50 dB/53 dB	45 dB/48 dB	40 dB/43 dB
elevata	50 dB/53 dB	45 dB/48 dB	40 dB/43 dB	35 dB/38 dB

Tabella 7.5: Esigenze maggiorate e minime (in grassetto) di protezione dal rumore per calpestio. (SIA 181:2006)

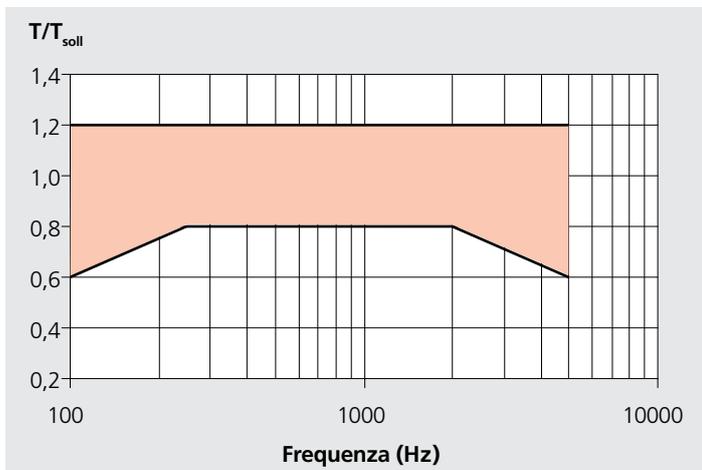
## 7.6 Installazioni tecniche

### Trasmissione del rumore per via solida:

Si tratta di un rumore di origine vibratoria, prodotto all'interno e all'esterno di un edificio e percepibile all'interno dell'edificio per via aerea.

I valori prescritti sono diversi in funzione della tipologia di rumore, divisa in rumore puntuale o rumore continuo. Per le esigenze accresciute si applicano dei valori ridotti di 3 dB\*. Le principali fonti di rumore si riscontrano nella cucina, nei bagni e nella cantina (presenza d'installazioni tecniche come il si-

**Figura 7.3:**  
Valore raccomandato del tempo di riverbero per aule scolastiche (SIA 181).



stema di ventilazione, il bruciatore ad olio, la pompa di calore, ecc.). Spesso anche gli ascensori sono un importante fonte di rumore. Le misure più efficaci consistono nel:

- Ammortizzare e separare le strutture e disporre le installazioni su appoggi elastici.
- Prevedere macchine e installazioni tecniche che permettano di ammortizzare le vibrazioni.
- Fissare le condotte con sistemi elastici.
- Installare gli impianti sanitari con elementi di protezione fonica adeguati.
- Posizionare le vasche da bagno e i piatti doccia su delle cappe cementizie flottanti.
- Separare elasticamente i rivestimenti delle cucine dai muri, ecc.

Utilizzo	Locale 1 *	Locale 2 **	Raccomandazione rumore per via aerea		Raccomandazione rumore per calpestio	
			Grado 1	Grado 2	Grado 1	Grado 2
<b>Abitazione</b>	Camera	Camera	40	45	55	50
	Camera	Soggiorno	40	45	55	50
	Camera	Servizi	40	45	55	50
<b>Ufficio</b>	Ufficio	Ufficio	35	40	60	55
	Ufficio	Sala riunioni	40	45	60	55
	Ufficio	Direzione	45	50	60	55
	Corridoio	Ufficio	30	35	60	55
	Corridoio	Direzione	35	40	60	55
	Sala riunioni	Sala riunioni	40	45	60	55
<b>Scuola</b>	Aula	Aula	45	50	60	55
	Corridoio	Aula	35	40	60	55
	Aula musica	Aula	55	60	50	45
	Aula musica	Aula musica	55	60	50	45
	Attività manuale	Aula	50	55	50	45
<b>Albergo</b>	Camera	Camera	50	55	55	50
	Corridoio	Camera	40	45	55	50
<b>Casa per anziani, ospedale</b>	Camera	Camera	50	55	55	50
	Corridoio	Camera	30	35	55	50

\* Raccomandazioni per locali senza influsso delle porte e vani scale aperti (misurazione con chiusure provvisorie)

\*\* Locali dai quali non deve essere possibile udire le conversazioni (p. es. studio medico, ufficio dell'assistenza sociale)

**Tabella 7.7:**  
Raccomandazioni per elementi costruttivi divisori all'interno di un'unità di utilizzo Di risp. L' in dB. (SIA 181:2006, Annesso G)

## **7.7 Acustica dei locali**

**Acustica dei locali:** Acustica dei locali: Settore dell'acustica che tratta dell'udibilità della voce o della musica in locali e della relativa progettazione. Lo spettro determinante si estende da 100 a 5000 Hz. Il funzionamento normale delle aule e delle palestre presuppone un minimo di intelligibilità delle parole e dell'udibilità. Per effettuare un adattamento acustico adeguato dei locali, devono essere rispettate certe condizioni sulle durate di riverbero di tali locali. Queste prescrizioni conformi alla norma SIA 181, sono applicabili allo stesso modo alle nuove costruzioni, ai risanamenti e ai rinnovi. Questo comporta che, le aule d'insegnamento devono essere equipaggiate con materiali fonoassorbenti (attenuazione del rumore) su delle superfici che si prestano a tali interventi. La durata di riverbero per le aule, viene calcolata attraverso la formula seguente

$$T_{\text{solli}} = -0,17 + 0,32 \lg(V/V_0)$$

## **7.8 Protezione fonica all'interno delle unità d'utenza**

La norma SIA 181 regola esclusivamente la protezione fonica tra unità di utilizzo diverse. Tuttavia, come aiuto al progettista e possibile base per i relativi accordi contrattuali, sono definite delle raccomandazioni per la protezione fonica tra i locali nella medesima unità d'utenza (SIA 181:2006, Allegato G).

## Struttura portante

**Hansruedi Meyer** In relazione alla struttura portante delle opere esistenti, possono sorgere problematiche molto diverse durante la costruzione continua o il risanamento degli edifici. Questo a dipendenza che si tratti di ampliamenti, sopraelevazioni, realizzazione di locali interrati o semplicemente di interventi nella struttura portante. Di seguito sono illustrate alcune importanti riflessioni su questi temi.

### 8.1 Ampliamenti

Le strutture portanti degli ampliamenti non sono fondamentalmente diverse da quelle di una nuova costruzione. La loro particolarità risiede nel loro sistema e processo costruttivo.

**Giunto di separazione tra l'edificio esistente e l'ampliamento:** Secondo le regole della costruzione un ampliamento deve essere separato dall'edificio esistente. I giunti di separazione possono sicuramente rappresentare una soluzione, ma possono anche creare nuovi problemi. Per questo motivo è particolarmente importante analizzare la questione dei cedimenti allo scopo di evitare delle differenze di quota tra la costruzione esistente e quella nuova. I giunti di separazione tra gli edifici cominciano in generale sotto la fondazione e si sviluppano in modo coerente fino ai raccordi con le facciate e la copertura. L'impermeabilità dei giunti è un

aspetto fondamentale. Può essere opportuno rinforzare i giunti rispetto all'edificio esistente allo scopo d'impedire le differenze di quota dovute a cedimenti. Questo è necessario nel caso in cui non sia previsto nessun elemento portante verticale nella zona di transizione tra l'esistente e l'ampliamento e nel caso in cui i soffitti siano posati direttamente contro l'edificio esistente.

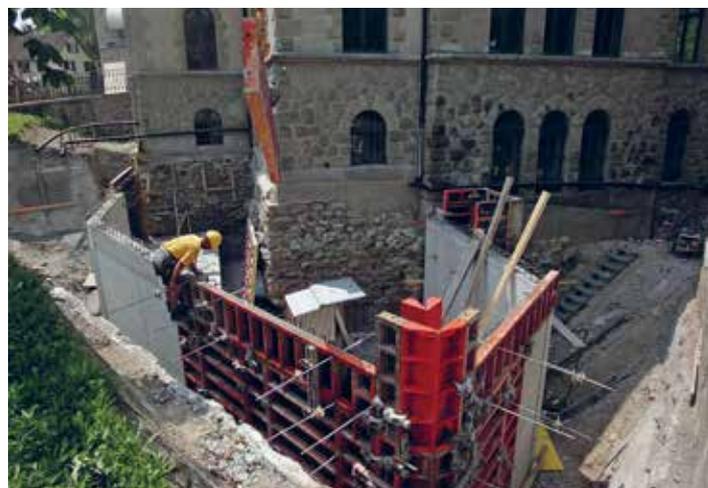
**Aggiunta di piani interrati ad edifici senza locali interrati:** Nel caso in cui si voglia ampliare la zona dello scantinato di un edificio esistente, che non dispone di locali interrati, è opportuno effettuare dei sondaggi sulla posizione delle fondazioni dell'edificio esistente, se quest'ultime non sono visibili dai piani. Le fondazioni continuano spesso oltre i muri esterni dell'edificio esistente. È necessario dunque determinare in quale misura le fondazioni esistenti possano essere adattate, e se eventuali plinti di fondazione possano essere rimossi. In ogni caso le fondazioni dell'edificio esistente devono essere collegate con quelle dell'ampliamento tramite delle sottostrutture.

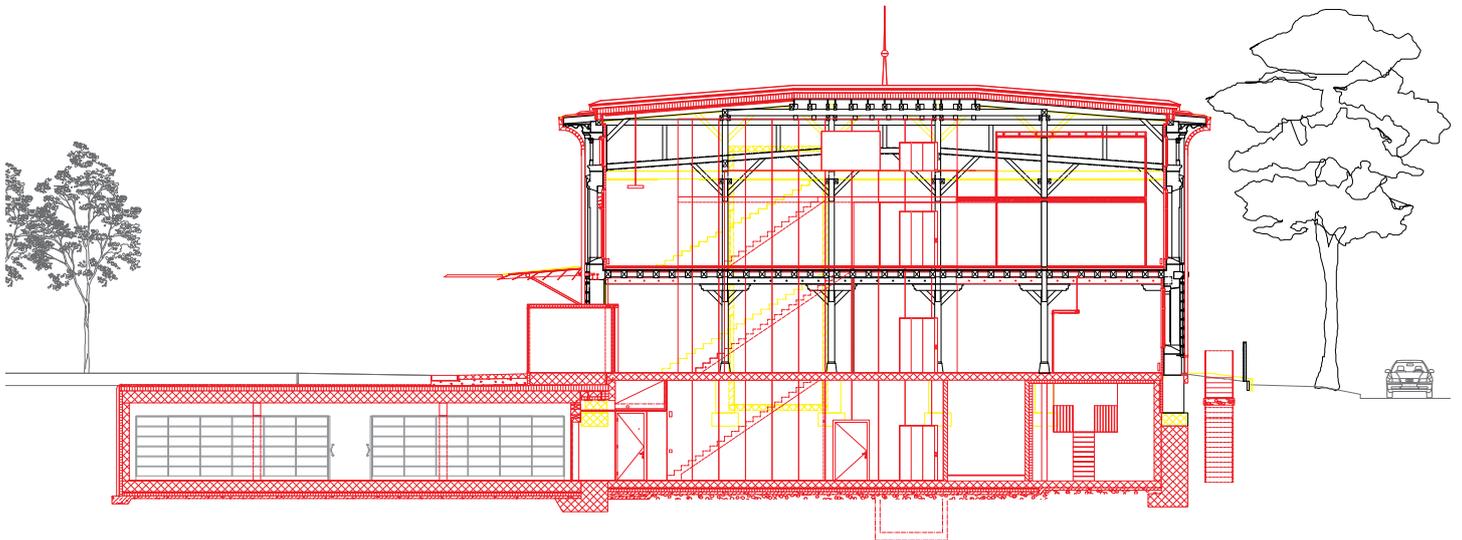
**Ampliamento di edifici senza locali interrati:** Per gli ampliamenti in edifici senza locali interrati, le fondazioni devono essere collegate fino all'altezza del terreno o, se possibile, essere ancorate tramite opportune soluzioni all'edificio esistente.

*Figura 8.1: Arsenale cantonale di Zugo, scavo di fondazione per ampliamento. A causa della parete esterna sporgente, l'ampliamento non può essere collegato direttamente alla costruzione esistente.*



*Figura 8.2: Arsenale cantonale di Zugo, lavori di cassetatura per l'ampliamento.*





*Figura 8.3 (in alto):  
Biblioteca sulla Guisanplatz, Berna. Sezione trasversale con nuovi locali interrati per le installazioni tecniche e ampliamento per un archivio.*

*Figura 8.4 (al centro):  
Biblioteca sulla Guisanplatz, Berna. Sottomurazione della facciata esistente per una nuova sala d'archivio sotterranea.*

*Figura 8.5 (in basso a sinistra):  
Castello Hofwil a Münchenbuchsee, costruito nel 1784. Sottomurazione della facciata.*

*Figura 8.6 (in basso a destra):  
Castello Hofwil a Münchenbuchsee. Ampliamento del parcheggio sotterraneo.*



## 8.2 Sopraelevazioni

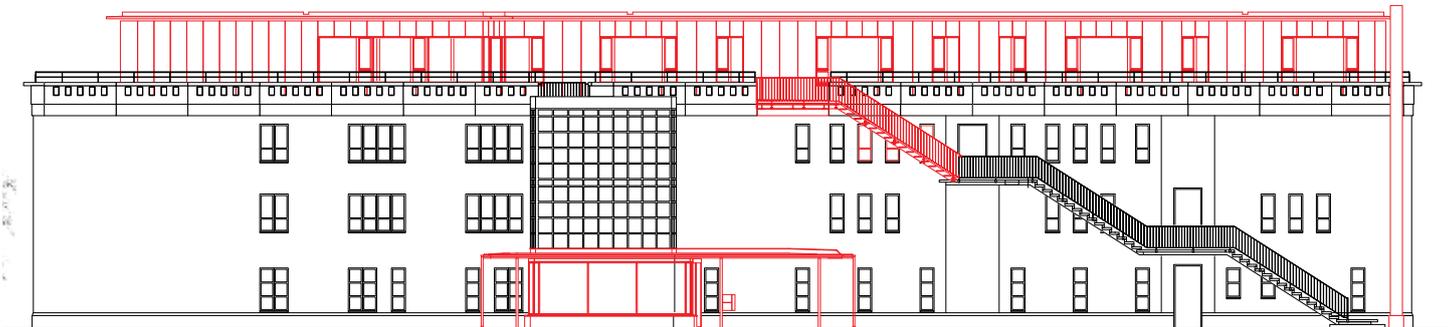
Nel caso di sopraelevazione di un edificio, il carico supplementare deve essere trasmesso al terreno attraverso la struttura portante dell'edificio. È opportuno dunque determinare se gli elementi portanti verticali (muri, appoggi, fondazioni) possono sopportare il carico supplementare e se esso possa essere trasmesso in maniera sicura al terreno. Se questa situazione non è rispettata, è opportuno verificare se gli elementi portanti debbano essere rinforzati e se le fondazioni debbano essere adattate di conseguenza. Le sopraelevazioni, senza rinforzi della struttura portante esistente, sono possibili unicamente in presenza di un carico supplementare relativamente debole; in altri termini, una sopraelevazione deve essere progettata preferibilmente tramite una costruzione leggera, di legno o di acciaio. Per le sopraelevazioni è necessario, nel limite del possibile, riprendere la struttura portante verticale esistente. Generalmente la soletta del

tetto non è in grado di sopportare i carichi degli appoggi o dei muri in flessione. Se la struttura portante non può riprendere i carichi in maniera diretta, i carichi della sopraelevazione possono essere trasferiti sugli elementi portanti verticali esistenti, attraverso una costruzione ausiliare. Lo spazio intermedio che viene a crearsi, può essere ugualmente utilizzato per il passaggio delle condotte delle installazioni tecniche. I muri e gli appoggi possono essere rinforzati in modo relativamente semplice a differenza delle fondazioni. Un ampliamento delle fondazioni puntuali e continue è complesso a causa della difficile accessibilità ed è in generale molto costoso. Spesso vengono impiegati dei micropali per guidare i carichi verso il terreno. Questi piccoli pali forati possono anche essere disposti all'interno dell'edificio esistente. Considerato il fatto che la soletta del tetto dovrà essere ridotta almeno al livello dei punti di supporto dei carichi, è in generale necessaria una copertura provvisoria.

*Figura 8.7 (in alto): Casa anziani di Lyss-Busswil. Facciata con nuovo attico.*

*Figura 8.8 (a sinistra): Casa anziani di Lyss-Busswil. Cappa longitudinale in calcestruzzo sopra la soletta del tetto per trasferire i nuovi carichi sugli appoggi sottostanti.*

*Figura 8.9 (a destra): Casa anziani di Lyss-Busswil. Intercapedine per il passaggio dei cavi tra l'ex soffitto e il pavimento del nuovo piano.*



### 8.3 Locali interrati

La costruzione di locali interrati in una costruzione esistente è un lavoro complesso. Gli scavi e i lavori relativi alla costruzione grezza devono essere realizzati con piccoli macchinari o a mano, evitando grandi aperture. Gli elementi portanti verticali devono essere collegati al livello delle fondazioni. A questo proposito si utilizzano principalmente due metodi: Il prolungamento degli elementi portanti con sottomurazioni a tappe della sottostruttura, o l'impiego di micropali come elementi portanti. Nel caso di una sottomurazione, l'importanza delle tappe d'intervento deve essere adattata al sistema portante esistente e alla stabilità del suolo durante lo scavo. I micropali sono inseriti in maniera differenziale rispetto al livello esistente, e il suolo intorno ai micropali è in seguito rimosso. Il rischio di cedimenti e quindi di formazione di fessure nella costruzione, è nettamente più importante nel caso di un intervento di sottomurazione rispetto all'impiego di micropali.

Durante la costruzione di locali interrati, la soletta esistente contro terra deve essere smantellata e ricostruita come soffitto. Se la struttura portante esistente è messa in sicurezza tramite micropali, i carichi degli appoggi e dei muri non devono essere ripresi dall'alto. Essi possono essere distribuiti in seguito sul nuovo soffitto. In questo caso si parla di soletta consolidata.

**Locali interrati in edifici protetti:** Anche se le possibilità tecniche e le competenze degli specialisti permettono di realizzare dei locali interrati supplementari anche nel caso di edifici protetti, gli uffici preposti alla conservazione dei monumenti storici hanno espresso delle riserve importanti in merito, rifiutando qualsiasi tipo di costruzione di locali interrati. Il documento di base della Commissione federale dei monumenti storici CFMS «Opere interrate in ambito storico», del 22 giugno 2018, spiega in dettaglio le ragioni di questa presa di posizione.

*Figura 8.10:  
Goldener Adler Ge-  
rechtigkeitsgasse 7,  
Berna. Sezione tra-  
sversale con nuovi  
locali interrati.*

*Figura 8.11:  
Goldener Adler Ge-  
rechtigkeitsgasse 7,  
Berna. Sottomura-  
zione con tappe di  
casseratura adat-  
tate alla resistenza  
dei pavimenti. Le  
corone strutturali  
sono provvisorie.*

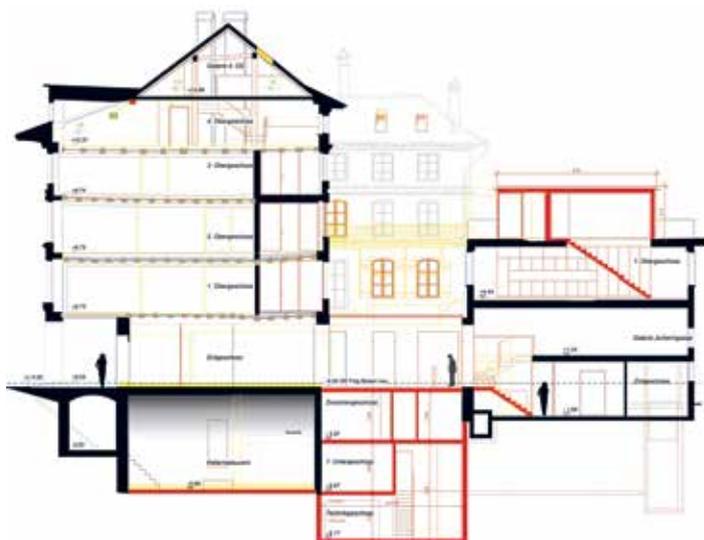




Figura 8.12 (in alto):

Locali interrati con micropali. Biblioteca sulla Guisanplatz, Berna: piano terra con nuovi locali interrati sotto un edificio esistente per nuove installazioni tecniche, e con nuovo ampliamento per una sala d'archivio (sezione trasversale: vedere Figura 8.3).



Figura 8.13 (al centro):

Biblioteca sulla Guisanplatz, Berna. Struttura portante del vecchio magazzino prima della trasformazione.

Figura 8.14 (in basso a sinistra):

Biblioteca sulla Guisanplatz, Berna. Ripresa degli appoggi al piano terra con 4 micropali per unità. Gli stabilizzatori servono da rinforzo ai micropali molto fini.

Figura 8.15 (in basso a destra):

Biblioteca sulla Guisanplatz, Berna. Struttura portante interna completa durante la fase di sopraelevazione su micropali.



## 8.4 Trasformazioni

Nel caso delle trasformazioni, gli interventi relativi alla struttura portante degli edifici devono essere limitati. Essi sono giustificati solo quando c'è un miglioramento delle funzioni dell'edificio e quando gli interventi permettono di raggiungere delle strutture più flessibili, che non rispondano unicamente allo scopo attuale della realizzazione. Gli elementi principali dell'edificio devono essere preservati. Questo ragionamento si applica ugualmente alle misure richieste a seguito della realizzazione di nuove installazioni tecniche. Le esigenze devono essere sempre considerate nel suo contesto ed essere ottimizzate sul piano economico.

Nuove aperture nelle pareti sono degli interventi frequenti, che richiedono nella maggioranza dei casi l'impiego di architravi, a dipendenza del sistema portante delle solette. Le solette in travi di legno o di acciaio necessitano sempre di appoggi lineari. Nel caso di aperture poco importanti nelle pareti, per solette in calcestruzzo, l'apertura può essere stabilizzata da un'armatura adesiva al posto di architravi. Se al piano superiore della parete forata si trova un'altra parete, è necessario verificare le conseguenti deformazioni. Il sistema strutturale della parete dopo l'impiego di architravi o di armature adesive è sempre più debole del sistema di parete esistente. In caso di forature degli elementi portanti, le misure necessarie devono essere progettate con cura durante la realizzazione della costruzione, in particolare il «puntellamento» provvisorio. Molto spesso viene anche valutata la sicurezza strutturale e l'idoneità dell'impiego delle solette. Se non viene modificato nulla nella composizione del soffitto e nella struttura del pavimento, mantenendo lo stesso tipo di utilizzo, non è necessaria alcuna verifica. Fanno eccezione i casi in cui si osservano delle deformazioni importanti, un cattivo stato della soletta o un'oscillazione di quest'ultima, se sottoposta a deboli sollecitazioni. Nel caso in cui, sopra una soletta in travi di legno o calcestruzzo a spessore ridotto si inserisce un pavimento pesante, deve essere verificata la statica. A tal proposito, sono spesso necessari dei rinforzi che comportano interventi nella struttura.

*Figura 8.16:*

*Trasformazione Muesmattstrasse 37, Berna. Messa in sicurezza della parete al primo piano durante la demolizione di un muro al piano terra.*

*Figura 8.17:*

*Trasformazione in Muesmattstrasse 37, Berna. Demolizione di un muro e installazione di un architrave in acciaio.*



Figura 8.18 (in alto a sinistra):

Edificio del Parlamento a Berna, sezione trasversale con progetto parziale di trasformazione. Verde = rinnovo dell'atrio della cupola. Rosa = cambiamento di destinazione del terzo piano. Blu = rinnovo della sala del Consiglio nazionale. Rosso = ripristino dell'involucro dell'edificio. Giallo = nuova entrata per visitatori.

Figura 8.19 (in basso a sinistra):

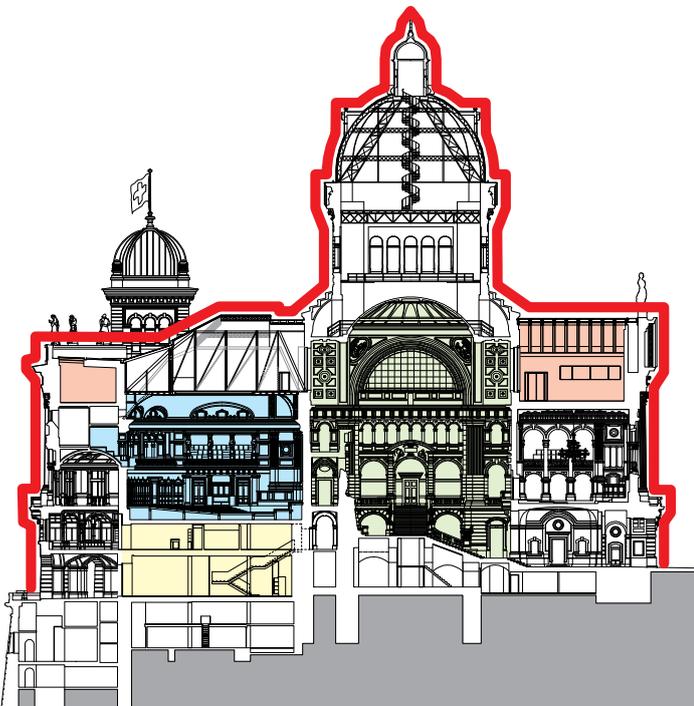
Edificio del Parlamento a Berna. Smantellamento sotto la sala del Consiglio nazionale per la nuova entrata dei visitatori. Supporto per la messa in sicurezza provvisoria della sala del Consiglio nazionale.

Figura 8.20 (in alto a destra):

Castello Hofwil a Münchenbuchsee. Rinforzo del soffitto con Renoantik, una tecnica di restauro in legno.

Figura 8.21 (in basso a destra):

Inselspital Dermatologia, Berna. Rinforzo del soffitto a travi di legno con miscela legno-calcestruzzo.



## 8.5 Costruzione esistente – nuove norme

Per la conservazione delle strutture, la norma SIA 269 fornisce i principi e definisce le procedure per il trattamento delle strutture esistenti. La norma SIA 269 è integrata dalle norme SIA 269/1 a 269/7 per le azioni e i vari metodi di costruzione (costruzione in calcestruzzo, costruzione in acciaio, strutture composite acciaio-calcestruzzo, costruzione in legno, costruzione in muratura, geotecnica). Il loro scopo è quello di fornire un quadro di riferimento per l'ottimizzazione delle misure di manutenzione.

**Valutazione della sicurezza strutturale:** La protezione delle strutture esistenti non è più garantita a priori, nel caso di un cambiamento di destinazione (ad es. riutilizzo degli uffici in sale di riunione), quando degli interventi sono necessari nella struttura portante (ad es. eliminazione degli elementi portanti o loro foratura per il passaggio di nuove condotte), quando dei carichi supplementari devono essere ripresi (ad es. a seguito di una sopraelevazione o realizzazione di un piano intermedio) e quando dei danni apparenti mettono in dubbio la sicurezza della struttura di un elemento (ad es. a seguito di un ripristino non effettuato).

**Valutazione delle misure di manutenzione:** La valutazione delle misure di manutenzione delle strutture è di solito da effettuarsi in consultazione con il proprietario o il gestore della struttura.

**Sicurezza antisismica:** Molti edifici esistenti hanno una resistenza sismica insufficiente rispetto alle esigenze odierne. In caso di trasformazioni e riparazioni di edifici esistenti, il proprietario e il progettista sono invitati a chiarire se una verifica della sicurezza antisismica è sensata o necessaria. La verifica chiarisce se l'edificio è sufficientemente resistente ai terremoti o se è opportuno includere misure di protezione antisismica. La base per la verifica della resistenza sismica degli edifici esistenti è la norma SIA 269/8.

Se si rinuncia ad un controllo dettagliato, si deve comunque garantire che la sicurezza antisismica dell'edificio nel suo complesso non venga compromessa in caso di interventi nella struttura portante.

Per la domanda di costruzione di un nuovo edificio e di una trasformazione, deve essere spesso compilato un modulo specifico (es. Modulo Ebs, canton Berna) relativo alla sicurezza antisismica. A seconda dei risultati del questionario, è necessario nominare e consultare uno specialista in progettazione strutturale. Questa persona deve poi anche firmare il modulo.

*Figura 8.22:  
Edificio con piano  
terra mobile.*



*Figura 8.23:  
Edificio dell'auditorio  
HPH dell'ETH di  
Zurigo. Dettaglio  
dell'opera in tubi  
d'acciaio.*



# Siti contaminati, materiali nocivi, separazione sistemi costruttivi

Urs-Thomas  
Gerber und  
Daniel Ernst

Il modo di utilizzo delle risorse naturali ha un'influenza sulla nostra salute, sulla nostra sicurezza come anche sulla bellezza del nostro paesaggio e del nostro pianeta. Questo vale anche per la gestione dei materiali da costruzione. Quando si parla di smaltimento dei rifiuti è sottintesa anche una loro eliminazione. Se i materiali da costruzione ricavati da uno smantellamento non vengono considerati rifiuti, bensì potenziali materie prime derivate, allora ci si concentrerà sul loro riutilizzo e riciclaggio e non sulla loro eliminazione.

Nelle costruzioni esistenti, prima di pensare allo smaltimento dei materiali che compongono l'edificio o all'integrazione di nuovi materiali, è necessario analizzare se sul terreno sono presenti dei siti contaminati o se nella costruzione sono stati impiegati materiali nocivi. Solo dopo la determinazione di questi aspetti, si potrà elaborare un sistema di smaltimento degli elementi esistenti e di un nuovo concetto dei materiali per la costruzione continua.

## 9.1 Siti contaminati

Secondo l'ordinanza sui siti contaminati (OSiti), i siti contaminati sono dei luoghi inquinati da rifiuti, per i quali sono provati effetti dannosi o molesti o che presentano il rischio concreto, che detti effetti si producano. I siti contaminati sono dunque dei siti inquinati, che necessitano di essere risanati (art. 2 al. 2 e 3 OSiti). Inoltre, esistono dei siti inquinati che necessitano unicamente di una sorveglianza e altri per i quali, per via del loro debole inquina-

mento, non è necessario nessun tipo di intervento. In questo contesto è importante differenziare i concetti di siti contaminati e di rifiuti. Il termine rifiuto è un concetto ben definito. Per rifiuti si intendono le cose mobili delle quali il detentore si libera, o che devono essere smaltite nell'interesse pubblico (art. 7 al. 6 LPAmb). Una costruzione grezza inquinata (da materiali nocivi come ad esempio l'amianto) o degli scavi inquinati sono valutati secondo la legge sui rifiuti, e non secondo quella sui siti contaminati.

### Procedura di analisi di un sito contaminato

La gestione di siti contaminati è regolamentata dall'ordinanza sui siti contaminati. Esistono diverse tipologie di siti contaminati:

- Siti di deposito (esempio: discarica comunale o rifiuti domestici)
- Siti aziendali (esempio: terreno sterrato di un garage per automobili)
- Siti di un incidente
- Stands di tiro (siti aziendali secondo la OSiti)

L'ordinanza sui siti contaminati, obbliga i cantoni a stabilire un catasto dei siti inquinanti (CSI). Prima di registrare un sito nel CSI, i cantoni informano il proprietario. Quest'ultimo è in diritto di pronunciarsi in merito o di procedere a indagini. Il CSI è uno strumento di lavoro dinamico. Se un'analisi determina che un sito non è inquinato o che un sito inquinato è stato risanato, la sua iscrizione viene stralciata dal catasto. Contrariamente, dei terreni non iscritti al catasto possono essere registrati nel catasto a seguito di nuove analisi o scoperte. La Figura 9.1 mostra dei siti inquinati nel Canton Berna. Le superfici hanno dei colori diversi in funzione del tipo di sito contaminato. Un buon numero di siti internet forniscono anche altre informazioni importanti per i progetti di costruzione. Questi strumenti cartografici con-

#### Domande importanti per la costruzione continua

- Ci sono siti contaminati nella proprietà?
- Ci sono materiali nocivi nell'edificio esistente?
- I materiali utilizzati possono essere riutilizzati?
- Quali requisiti devono soddisfare i nuovi materiali?

tengono ad esempio delle informazioni relative alla concentrazione di radon, alla presenza di sonde geotermiche, al posizionamento degli impianti di trasmissione (telefonia mobile, radio), ecc.

#### Links siti internet

[www.giszh.zh.ch](http://www.giszh.zh.ch)  
[www.be.ch/geoportal](http://www.be.ch/geoportal)  
<https://map.geo.bs.ch>  
[www.ag.ch/geoportal/de/pub](http://www.ag.ch/geoportal/de/pub)

#### Fasi di valutazione giuridica di un sito contaminato

In primo luogo, si può verificare nel relativo catasto (geoportale cantonale) se il terreno è registrato come sito inquinato. In tale caso, una ditta specializzata nelle analisi dei siti contaminati può essere incaricata di procedere con le indagini. Può capitare che, in funzione della sua catalogazione, il sito necessiti di un'indagine secondo l'OSiti art. 5 al. 4, e che sia già stata effettuata un'analisi preliminare. Considerato che l'OSiti accorda un «termine ragio-

#### Indagine storica e tecnica

■ L'indagine storica serve a considerare gli eventi storici di rilievo avvenuti su un sito, che potrebbe essere contaminato da rifiuti o da sostanze nocive a causa del suo utilizzo. Ciò serve da riferimento per decidere sulla necessità di ulteriori indagini, e in particolare sulla loro natura e portata. Di regola, un capitolato d'onori per l'indagine tecnica viene elaborato come parte dell'indagine storica. Questo definisce l'oggetto, la portata e i metodi previsti dell'indagine tecnica e deve essere presentato all'autorità competente per le relative osservazioni. Questo modus operandi assicura da un lato un uso mirato ed efficiente delle misure di indagine tecnica, solitamente costose, e dall'altro un dialogo precoce tra tutte le parti coinvolte.

■ L'indagine tecnica definisce gli effetti provocati dal sito sui beni da proteggere e ne chiarisce il pericolo concreto. Devono essere determinate le informazioni necessarie per valutare se un sito deve essere monitorato o bonificato.

Fonte: Indagine storica e tecnica dei siti inquinati – Ufficio per la protezione delle acque e la gestione dei rifiuti del Cantone di Berna (GSA – ora Ufficio AWA per l'acqua e i rifiuti) 2007.

Figura 9.1:  
 Dettaglio del Geoportale del Canton Berna nella tematica «Siti contaminati».

Tabella 9.1:  
 Procedura in caso di siti contaminati secondo casistica relativa al sito e al suo utilizzo futuro.



Intenzione del proprietario del sito		Caso 1	Caso 2a	Caso 2b
		Inquinato, nessuna analisi	Inquinato, analisi non prioritaria	Inquinato, analisi prioritaria
A	Utilizzo precedente, nessuna spesa	Nessuna analisi	Analisi in caso di modifica dello stato	Analisi entro 3 anni
B	Modifica dello stato (zona edificata, vendita, eredità, valore di bilancio)	Programma per la valutazione dello smaltimento, minor valore	Programma minimo per definire i bisogni di controllo o di risanamento	
C	Stralcio del sito dal CSI, rimborso delle spese di analisi	Programma per determinare se il sito è o non è inquinato.		

nevole» per adempiere agli obblighi previsti, l'analisi non è stata ancora effettuata per tutti i siti che necessitano di un'indagine. Per semplificare, si può dire che in funzione della problematica in relazione con la tipologia di sito e il suo utilizzo futuro, sono applicate procedure diverse (Tabella 9.1). A dipendenza dell'intenzione del proprietario, viene realizzato un programma di analisi specifico (di regola con uno specialista di siti contaminati).

**Esempio:** un sito industriale è registrato nel CSI sulla base delle indagini svolte dalle autorità. Inoltre, il sito è anche classificato come sito che richiede un'indagine. Allo stato attuale deve quindi essere realizzata un'indagine preliminare in un periodo ragionevole. Di regola, l'indagine è composta da un'analisi storica e di un'analisi tecnica. Se le analisi preliminari determinano che un sito non è inquinato, quest'ultimo è stralciato dal catasto. Se un sito necessita di un risanamento, ed è quindi un sito contaminato nel senso proprio del termine, deve essere realizzata un'analisi dettagliata che precisi il carico d'inquinamento e le relative conseguenze. Questa analisi permetterà di determinare gli obiettivi generali e l'urgenza del risanamento. Essa serve anche come base dettagliata per la stima dei costi o dei fattori di costo. Il progetto di risanamento, che deve essere elaborato a partire dai relativi obblighi, defini-

sce le misure di risanamento da intraprendere (pertinenti sul piano ecologico, realizzabili sul piano tecnico e sostenibili finanziariamente). Il risanamento viene realizzato in seguito, tenendo conto delle norme in vigore, delle leggi, delle direttive e dei quaderni tecnici, come ad esempio l'Ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR), la direttiva per il riciclaggio, il trattamento e il deposito di materiale di scavo (Direttiva sul materiale di scavo), la norma SIA 430, ecc.

#### Links

[www.bafu.admin.ch/altlasten](http://www.bafu.admin.ch/altlasten)

## 9.2 Materiali da costruzione nocivi

È stata presentata in precedenza la procedura in vigore in presenza di un sito potenzialmente inquinato. Tuttavia, è ugualmente possibile che la costruzione grezza di un edificio, che deve essere totalmente o in parte smantellato, contenga quelli che vengono chiamati materiali da costruzione nocivi. In questa categoria si trovano l'amianto, gli IPA, i PCB, i metalli pesanti, gli agenti protettivi del legno, ecc.

#### Principali materiali nocivi

- Amianto
- PCB: Bifenili policlorurati
- IPA: Idrocarburi policiclici aromatici



*Figura 9.2: Svolgimento di un'analisi di sostanze inquinanti e di un risanamento di sito contaminato.*

- Metalli pesanti
- PCP: Pentaclorofenoli
- Fibre minerali artificiali

Dal 1. gennaio 1991 è vietato l'utilizzo di prodotti contenenti amianto nell'edilizia (RS 814.81). Tuttavia oggi, sono presenti in quasi tutti gli oggetti di una trasformazione o di uno smantellamento, dei materiali nocivi come l'amianto; e questo soprattutto in immobili realizzati prima del 1991. È quindi importante individuare la presenza di sostanze tossiche nella costruzione grezza, prima di ogni trasformazione o smantellamento. A questo scopo è indi-

spensabile sapere quali materiali nocivi devono essere presi in considerazione nell'analisi di un edificio. La situazione giuridica è molto differente a dipendenza del materiale tossico considerato. Per l'amianto e i PCB sono applicate delle direttive e delle prescrizioni chiare, contrariamente ad altri materiali nocivi, per i quali la situazione giuridica in materia di risanamento non è completamente definita in Svizzera. A tal proposito, si citano ad esempio le fibre minerali artificiali. Allo scopo di garantire fin dall'inizio la determinazione dei principali valori mirati e il corretto svolgimento delle operazioni sul piano giuridico e tecnico, è

<b>Materiale nocivo</b>	<b>Utilizzo, altre indicazioni</b>
Amianto	In centinaia di prodotti diversi come ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prodotti in cemento amianto come lastre ondulate, ardesie per facciate, prodotti per il giardino, tubi e condotti di ventilazione, ecc.</li> <li>• Rivestimenti per pavimenti e pareti, sottofondi, malta</li> <li>• Malta per l'isolamento di tubi e rivestimenti di lastre</li> <li>• Stucco per finestre</li> <li>• Cartoni leggeri, cartone e cartoncino</li> <li>• Pellicole per tetti piani</li> <li>• Intonaci per pareti e soffitti, ecc.</li> </ul>
PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigillatura dei giunti nelle strutture in calcestruzzo</li> <li>• Componenti elettrici (condensatori)</li> <li>• Rivestimenti di vernice</li> <li>• Plastificanti in materiali isolanti, oli e materie plastiche</li> </ul>
IPA	Negli edifici, gli IPA sono utilizzati principalmente nei materiali da costruzione contenenti catrame e nelle pitture e colle contenenti della pece. Il catrame è stato utilizzato in combinazione con la carta bitumata, il sughero delle condotte o le travi in legno.
Metalli pesanti	Per metalli pesanti sono intese le seguenti forme principali di metalli: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piombo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Cromo (Cr)</li> <li>• Questi metalli hanno trovato varie applicazioni nell'edilizia: <ul style="list-style-type: none"> <li>• in vernici</li> <li>• in materiali protettivi (vernici, biocidi, ecc.)</li> <li>• negli impianti elettrici</li> </ul> </li> </ul>
PC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzati fino al 1989 circa (divieto dei PCP)</li> <li>• Prestare attenzione in caso di ampliamenti del tetto o padiglioni in legno (ad es. asilo)</li> <li>• I prodotti tipici erano in particolare «Xylamon», «Xyladecor» e «Aidol»</li> <li>• Domandare al proprietario se sono stati utilizzati dei prodotti di protezione del legno</li> <li>• In caso di dubbi, procedere con analisi di presenza di pentaclorofenolo o lindano</li> </ul>
Fibre minerali artificiali	Sono indicate in particolare le vecchie fibre minerali (debole bio-dissolubilità fino al 1994 circa). In caso di lavori con isolanti a fibre minerali, è opportuno indossare almeno una maschera di protezione FFP3.
Questa lista non è esaustiva.	

**Tabella 9.2:**  
Settori d'applicazione dei principali materiali edili nocivi.

opportuno rivolgersi ad uno specialista del settore. La Suva propone sul proprio sito internet una lista di ditte che realizzano indagini relative ai materiali nocivi, in particolare quelle relative all'amianto.

#### Links

[www.suvapro.ch](http://www.suvapro.ch) → ambiti settoriali → amianto  
[www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)  
[www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)  
[www.forum-amianto.ch](http://www.forum-amianto.ch)

### 9.3 Concetto dei materiali

Il miglior ecobilancio è quello che si rifà ai materiali non utilizzati. In altri termini, il concetto dei materiali comincia da una riflessione su quello che è veramente necessario, in altre parole, come costruire senza dover aver bisogno di qualche cosa, se non in minima parte. La seconda domanda consiste nel sapere se esiste la possibilità di utilizzare materiali che sono già stati impiegati come materiali da costruzione. Possono essere materiali già utilizzati nella costruzione dell'edificio in questione, come ad esempio un vecchio pavimento in parquet. Può trattarsi anche di materiali che sono stati impiegati in altre costruzioni e che non sono più utilizzati. La terza domanda consiste nel sapere come garantire la migliore durabilità dei nuovi materiali.

#### Solo quello che è necessario

Le costruzioni compatte, a parità di volume, hanno una superficie dell'involucro verso l'esterno minore rispetto agli edifici più articolati. Sulla base di questo principio, una costruzione compatta permette di risparmiare materiali, isolamento termico e

dunque soldi. La fase di esercizio sarà di conseguenza più vantaggiosa e permetterà di ridurre ulteriormente i costi. Anche per i soffitti e le pareti interne questo principio permette di risparmiare componenti di elementi costruttivi e di conseguenza energia grigia. Si risponde così nel miglior modo possibile ai desideri dell'utente e alle esigenze tecniche, come ad esempio quelle relative alla protezione fonica o antincendio, con il minor materiale possibile.

#### Il ciclo dei materiali

I materiali, in particolare quelli non rinnovabili, devono essere inseriti all'interno di un ciclo allo scopo di essere disponibili per le future generazioni. Se lo smantellamento dell'edificio è eseguito in maniera adeguata (SIA 430) e i materiali separati per tipologia, niente impedisce un loro riutilizzo. È innanzitutto necessario verificare le possibilità di riutilizzo. Un primo stadio è quello in cui i materiali sono nuovamente impiegati nella costruzione senza modificare la loro composizione e mantenendo la stessa funzione. Si tratta ad esempio del caso di un vecchio legno da costruzione privo di agenti chimici o di un vecchio pavimento di parquet. Il livello ulteriore è rappresentato da un riutilizzo diverso rispetto a quello originale. In questo caso non c'è nessuna modifica della composizione del materiale ma lo scopo della sua funzione è diverso. Un riutilizzo di questo tipo è possibile ad esempio per i mattoni di terracotta che possono essere reimpiegati allo scopo di costituire una nuova pavimentazione, oppure nel caso di vecchi pavimenti o rivestimenti di pareti in legno, che sono riutilizzati come sottotetto o sottofondi di

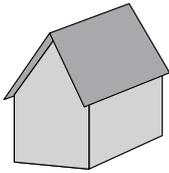
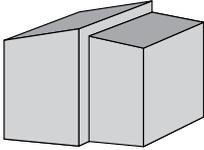
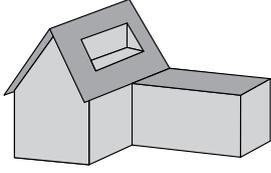
Situazione iniziale	Costruzione continua variante A	Costruzione continua variante B
		
Forma compatta	Rapporto A/V migliore	Rapporto A/V peggiore

Figura 9.3:  
Costruzione continua compatta.

pavimenti. In aggiunta a questo livello esiste un'altra variante di riutilizzo: in questo caso, dopo un trattamento fisico o chimico, il materiale è riportato nella stessa categoria di prodotto. I rifiuti metallici recuperati o il calcestruzzo riciclato fanno parte di questa tipologia di riciclaggio. Infine, esiste un'ultima possibilità che consiste nella rivalorizzazione dei materiali. I materiali da costruzione vengono inseriti all'interno di un altro gruppo di prodotti, in seguito ad un trattamento fisico o chimico. La lana di vetro ne rappresenta un esempio, così come le lastre di gesso armate con fibre fabbricate a partire dalla carta straccia.

#### Nuovi materiali sostenibili

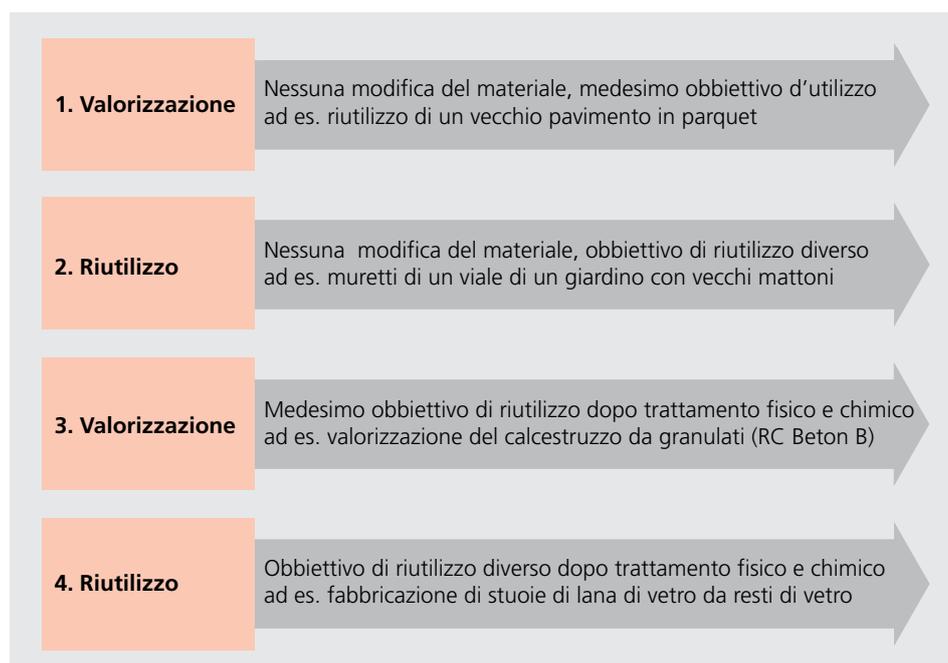
Numerosi materiali utilizzati nella costruzione sono nuovi. In questo caso, l'energia grigia e il tipo di energia primaria utilizzate rappresentano un importante criterio. Se si paragonano due rivestimenti di pavimento, è importante riferirsi alla grandezza di riferimento pertinente (ad es. kg/m<sup>2</sup>). Esistono però degli altri criteri che contribuiscono alla sostenibilità dei materiali che non possono essere espressi in MJ o kWh. I criteri qualitativi comprendono degli aspetti come: la disponibilità di materia prima, le emissioni inquinanti all'interno del ciclo di vita, la durata di vita,

la riparabilità, la facilità di manutenzione e la possibilità di valorizzazione dei materiali. Gli aspetti come la reperibilità nella regione e la catena del valore aggiunto dei materiali, sono anche parametri importanti.

#### Links

[www.ecobau.ch](http://www.ecobau.ch)

[www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de)



*Figura 9.4:  
Livelli di riutilizzo  
dei materiali da costruzione.*

### 9.4 Separazione dei sistemi costruttivi

Il concetto di costruire un edificio in modo flessibile allo scopo di rispondere anche alle esigenze future, deve essere considerato come punto centrale della costruzione ecologica. Un edificio flessibile è un edificio che ha la possibilità di essere adattato alle nuove esigenze, come quelle della realizzazione di maggiori spazi o di unità di utilizzo più grandi. Allo stesso tempo deve essere possibile dare all'edificio un utilizzo

completamente differente da quello attuale. Oggi vengono spesso rasi al suolo edifici dopo 30 o 40 anni a causa della difficoltà di attuare sull'esistente misure costruttive, che rispondano alle nuove esigenze d'utilizzo.

Questa flessibilità d'utilizzo riveste un ruolo maggiore negli edifici di proprietà pubblica rispetto agli edifici abitativi. A questo proposito, l'Ufficio dei terreni e delle costruzioni del Canton Berna (UIC) ha elaborato un metodo di progettazione orientato al futuro: la separazione dei si-

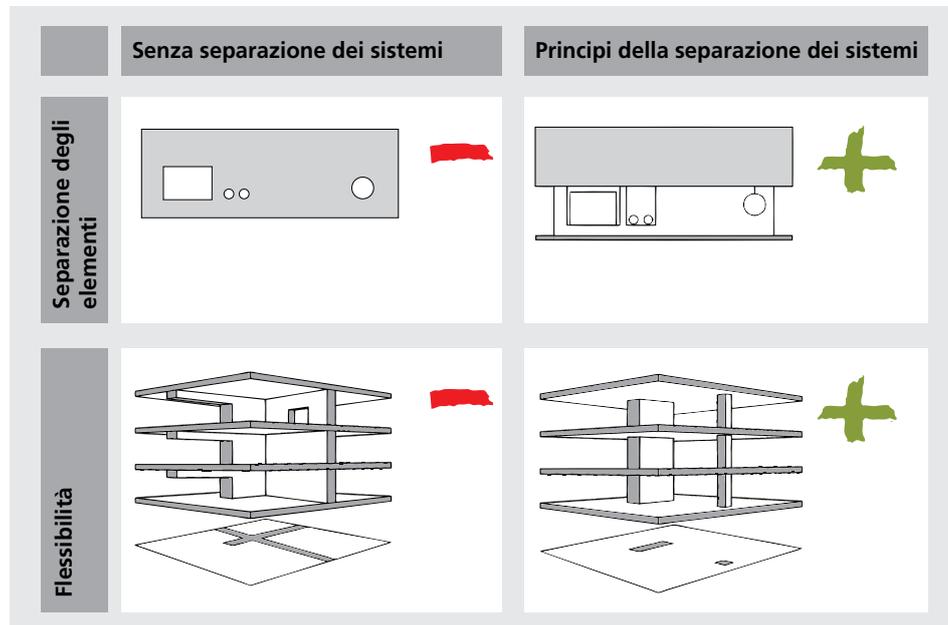


Figura 9.5: I due principi «separazione degli elementi» e «flessibilità».

Livello del sistema	Componente	Durata di vita o di utilizzo
Sistema primario (solitamente non modificabile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struttura portante</li> <li>• Involucro dell'edificio</li> <li>• Collegamenti</li> </ul>	da 50 fino a 100 anni (investimento a lungo termine)
Sistema secondario (adattabile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pareti interne, soffitti, pavimenti</li> <li>• Finiture interne</li> <li>• Installazioni</li> </ul>	da 15 fino a 50 anni (investimento a medio termine)
Sistema terziario (modificabile)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilio</li> <li>• Apparecchi</li> <li>• Installazioni</li> </ul>	Da 5 fino a 15 anni (investimento a corto termine)

Tabella 9.3: I tre livelli della separazione dei sistemi, sistema primario, secondario e terziario.

stemi costruttivi. La sua applicazione metodica in tutti i progetti di costruzione, deve permettere un utilizzo a lungo termine con un limitato investimento supplementare durante la progettazione e la realizzazione degli edifici. La possibilità di sostituire facilmente gli elementi costruttivi, e la ricerca di una massima flessibilità d'utilizzo, sono i due obiettivi principali di questo metodo.

### **Separazione delle parti costruttive e flessibilità**

La separazione delle parti costruttive mira a garantire che gli elementi, aventi durate di vita differenti, siano assemblati con la possibilità di essere separati. Tre livelli (sistema primario, secondario e terziario) aiutano a considerare la durata di utilizzo delle componenti e degli elementi costruttivi secondo un ordine di priorità. Nel concetto di separazione dei sistemi costruttivi, ad esempio, le condotte di ventilazione non devono essere messe in getto (Figura 9.5), perché la loro durata di vita e d'utilizzo è molto inferiore a quella delle solette. Il termine di flessibilità definisce la possibilità di adattare un edificio a delle future evoluzioni e cambiamenti d'utilizzo. Vengono definiti in questo contesto, i carichi utili, la struttura raster dell'edificio, le dimensioni nominali, le altezze dei locali, le riserve, le possibilità di sopraelevazione o di ampliamento e ancora altri parametri. Considerato che gli edifici sono spesso pensati e progettati per un unico utilizzo, un cambiamento di destinazione genera costi elevati, perché la struttura dell'edificio è focalizzata a rispondere a tale scopo. Per poter risolvere questa situazione si prevede, nei nuovi edifici e nei rinnovi, un margine di manovra definito per il futuro. Questo implica in particolare le seguenti misure:

- Struttura raster dell'edificio sufficientemente grandi.
- Profondità adeguata dell'edificio.
- Altezza dei piani sufficientemente elevata.
- Adattamento del carico utile.
- Eventuale rinforzo delle fondazioni.
- Riserva per il sistema di circolazione e accessibilità.

Alla luce di questi elementi orientati verso utilizzi futuri, con un piccolo sforzo supplementare, si offre all'edificio del valore aggiunto essenziale. Per ogni progetto è necessario prevedere se una futura modifica sia realizzabile e che sforzo essa necessiterebbe. È opportuno dunque analizzare con cura, già nella fase di elaborazione del progetto, i margini di manovra appropriati. La separazione dei sistemi costruttivi è uno strumento importante per limitare i costi dell'immobile durante il suo ciclo di vita.

### **Links**

[www.bve.be.ch](http://www.bve.be.ch) → Terreni & Edifici → Downloads → Costruzione e gestione sostenibile

# Sicurezza e protezione antincendio

**Jürg Tschabold** I cambiamenti di destinazione, i rinnovi e le modifiche strutturali richiedono una verifica dell'insieme degli aspetti legati alla sicurezza di un edificio. Gli obiettivi di protezione che il proprietario e l'utente devono raggiungere, necessitano un concetto di sicurezza e di protezione antincendio globale, adatto al tipo di costruzione. Le attuali prescrizioni e le norme devono essere prese in considerazione. Dopo una trasformazione e nel caso di una nuova destinazione di un edificio, esso deve raggiungere lo standard di sicurezza di una nuova costruzione. Le prescrizioni legali permettono una considerazione della proporzionalità. Le autorità possono pretendere unicamente le misure che risultano dalle prescrizioni. Il rispetto delle prescrizioni e delle norme, non garantisce tuttavia il rispetto degli obiettivi di protezione per l'esercizio o per altre esigenze. Le misure di sicurezza e di protezione antincendio possono influire sulla pianta, la forma e la costruzione dell'edificio. Ad esempio, le vie di fuga possono modificare l'organizzazione esistente e prevista dei locali. Queste misure devono essere quindi pianificate sin dall'inizio. È raccomandato contattare al più presto uno specialista del settore e le autorità competenti.

## 10.1 Obiettivi di sicurezza e di protezione

Per fare in modo che la sicurezza risponda alle attese ed alle esigenze del committente, è necessario determinare sul piano qualitativo e quantitativo, insieme al committente e coloro che assumono il rischio (ad es. assicurazioni e autorità), i rischi accettabili e gli obiettivi di protezione da raggiungere in caso di incidente, ad esempio:

- Sicurezza delle persone (richiesta per legge).
- Danni accettabili all'edificio.
- Disponibilità dell'edificio e degli impianti (interruzione accettabile dell'esercizio).
- Entità ammissibile dei danni materiali.

Se vengono rispettati gli obiettivi di protezione richiesti dal committente, di conseguenza sono rispettate per esperienza anche le essenziali prescrizioni. In presenza di pericoli e di rischi importanti, le assicurazioni possono esigere delle misure particolari che mirano a ridurre tali fattori.

## 10.2 Prescrizioni

Le esigenze minime risultano dalle leggi e dalle norme. Le autorità possono accordare delle deroghe. Sono da considerare:

- Le leggi e le prescrizioni sulla protezione dell'ambiente.
- La legge sul lavoro con le ordinanze 3 + 4 e le direttive della CFSL e della Suva.
- Le prescrizioni in materia di protezione antincendio (norma di protezione antincendio e direttive della AICAA).
- Le istruzioni, ad es. dei pompieri e dei servizi di soccorso.
- Eventualmente le esigenze e le raccomandazioni delle assicurazioni.

Divergenze rispetto alla norma di protezione antincendio e di altre prescrizioni sono possibili, se può essere giustificato un livello di sicurezza sufficiente tramite un concetto di protezione antincendio.

## 10.3 Concetto di protezione antincendio

Un concetto di protezione antincendio si compone di misure di protezione antincendio a livello costruttivo, tecnico e organizzativo. Il concetto di protezione antincendio deve essere documentato tramite un rapporto scritto e dei piani. Durante l'utilizzo, i piani di revisione corrispondenti devono essere sempre aggiornati allo stato attuale.

## 10.4 Protezione antincendio a livello costruttivo

### Struttura portante

La struttura portante deve raggiungere una resistenza al fuoco sufficiente, corrispondente al carico d'incendio. In caso d'incendio, essa deve resistere al collasso durante un tempo determinato. Il difetto di un elemento non deve comportare il collasso dell'intero edificio. Una resistenza al fuoco insufficiente può essere in generale compensata da una protezione antincendio a livello tecnico (estintori).

*Figura 10.1:*  
Vano scala con vetri antincendio al Palazzo Federale di Berna. (Fonte: Vetrotech St. Gobain)



### Vie di fuga

Il numero e la disposizione delle vie di fuga hanno una grande influenza sulla forma delle costruzioni. Le uscite di sicurezza non possono essere compensate con delle misure di sostituzione. Le porte delle vie di fuga devono sempre potersi aprire in direzione di fuga, senza far ricorso a mezzi ausiliari.

### Separazioni e compartimenti tagliafuoco

La separazione di un edificio in compartimenti tagliafuoco mira a limitare la propagazione del fuoco. Le esigenze richieste dipendono dalle dimensioni e dal tipo di utilizzo dell'edificio. Esse possono essere influenzate dalla protezione antincendio a livello tecnico. È opportuno separare:

- I piani.
- Gli utilizzi aventi rischi d'incendio differenti.
- I collegamenti verticali come i vani scala, i canali delle installazioni e cavedi.
- I locali tecnici.
- Gli appartamenti negli edifici residenziali.

I compartimenti tagliafuoco svolgono la loro funzione solo se la separazione è realizzata in maniera totale sul piano costruttivo, senza nessuna apertura.

### Pareti e soffitti

Gli elementi della costruzione che formano i compartimenti tagliafuoco sono:

- Componenti per la separazione di edifici o costruzione contigue (pareti tagliafuoco).



*Figura 10.2:*  
Locale adiacente, separato con vetri antincendio. (Fonte: Vetrotech St. Gobain)

*Figura 10.3:*  
Clappa antincendio correttamente murata nel soffitto.

- Elementi strutturali, che separano i pavimenti e le loro suddivisioni, ad esempio soffitti in calcestruzzo, pareti in calcestruzzo o in muratura e con rivestimenti resistenti.
- Vetrate con sistemi approvati.

### Chiusure antincendio

Le aperture e i passaggi attraverso pareti tagliafuoco e solette devono essere equipaggiati con chiusure resistenti al carico dell'incendio.

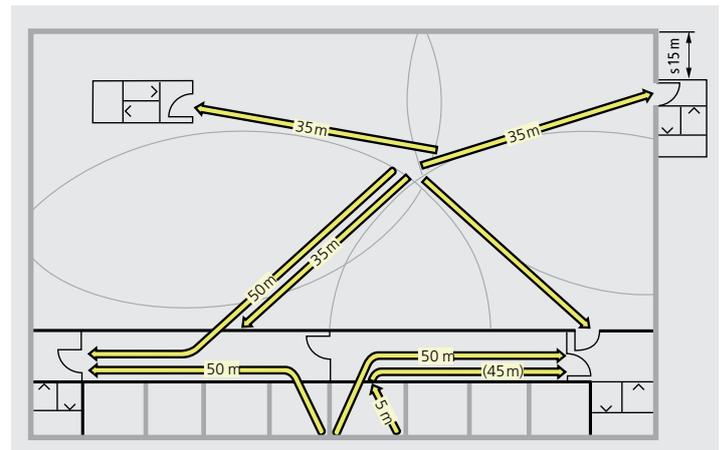
- I passaggi per le persone e per le merci necessitano di porte tagliafuoco.
- I passaggi, ad es. per le condotte, necessitano di partizioni.
- Le condotte di ventilazione devono essere equipaggiate con serrande tagliafuoco.
- Per le installazioni di trasporto sono in generale necessari chiusure speciali.

Per la scelta dei materiali e il dimensionamento, si devono osservare le direttive VKF sulla protezione antincendio «13–15, Materiali e componenti da costruzione» e «14–15, Utilizzo di materiali da costruzione» ([www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch)).

## 10.5 Protezione antincendio a livello tecnico

La protezione antincendio a livello tecnico comprende delle misure standard (estintori) e delle misure speciali (installazioni d'allarme incendio ed estintori, chiamata pompieri, sistemi di evacuazione dei fumi). Le installazioni antincendio e in particolare gli estintori, permettono di ottenere all'interno di un concetto antincendio alcuni alleggerimenti riguardo le misure costruttive o possono permettere di compensare dei punti deboli, come ad esempio delle esigenze ridotte in materia di struttura portante o riguardo le separazioni tagliafuoco (vetro di classe protezione E al posto di EI). Queste installazioni permettono una maggiore flessibilità e una compartimentazione degli spazi più generosa.

**Figura 10.4:** Rappresentazione delle distanze relative alle vie di fuga secondo le prescrizioni AICAA 4 in ambito legge del lavoro e relative ordinanze (OLL).

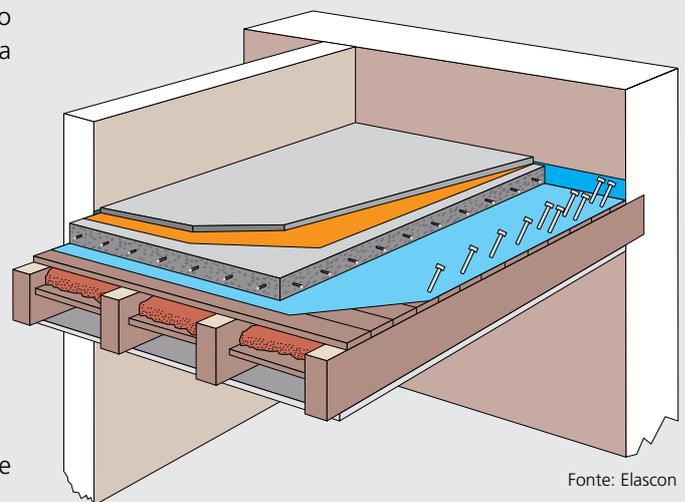


Rinforzo delle costruzioni esistenti, esempio di una soletta in travi di legno portata alla resistenza REI 30.

Stratigrafia dopo il risanamento dall'alto in basso:

- Pavimento
- Strato di separazione
- Sottofondo (anidride o cemento)
- Strato di separazione o isolamento
- Assito e travi in legno
- Riempimento o isolamento
- Pavimento tecnico
- Rivestimento soffitto EI 30

La soletta in legno deve essere staticamente sufficiente per sostenere i nuovi carichi.



Fonte: Elascor

### Protezione contro i fulmini

È prescritta per alcuni edifici e determinati utilizzi. La protezione esterna contro i fulmini si compone di una rete di fili di captazione, sistemi di derivazione e di messa a terra, generalmente realizzata sotto forma di linea ad anello o di messa a terra nelle fondazioni. Inoltre, a dipendenza del tipo di utilizzo, può essere necessaria una protezione interna contro i fulmini con collegamento equipotenziale, e una protezione contro le sovratensioni.

## 10.6 Misure organizzative

### Garanzia di qualità

L'assicurazione della qualità è oggi importante, sia nella costruzione che nella gestione degli edifici. La linea guida per la protezione antincendio 11-15, «Garanzia di qualità nella protezione antincendio», in vigore dal 2015, la regola da un punto di vista ufficiale.

### Sistemi d'allarme

Esistono poche norme specifiche per quanto riguarda l'allarme per un'evacuazione. L'essenziale, per il soccorso delle persone, è che l'evacuazione possa essere realizzata prima possibile. Sono da prevedere nell'eventualità dei sistemi adeguati (ad es. installazioni sonore). I messaggi vocali sono preferibili a sirene d'allarme.

### Organizzazione

La sicurezza delle persone e la sicurezza di esercizio possono essere garantite unicamente grazie ad un'appropriata organizzazione.

- I responsabili sono definiti e formati (incaricati della sicurezza).
- Il personale è istruito e vengono svolte delle esercitazioni.
- Dei controlli e dei lavori di manutenzione sono realizzati regolarmente.

### Protezione contro le effrazioni

Contrariamente alla protezione antincendio non esistono delle prescrizioni ufficiali in materia di protezione contro le effrazioni e i furti. Per le esigenze in materia di protezione contro le effrazioni, esistono differenti classi di protezione conformemente

alla SN EN 1627, SIA 343.201. Gli elementi costruttivi riferiti alla specifica classe di esigenza, devono superare un test antieffrazione riconosciuto (Tabella 10.1). È importante avere una classe di protezione uniforme per l'intero perimetro da proteggere.

Classe di protezione	Tempo di resistenza	Tipo di criminale, modo operativo (Modus operandi)
RC 1 N*	3 Minuti	I componenti della classe di resistenza RC1 N hanno solo un basso livello di protezione contro l'uso di utensili a leva.
RC 2 N*	3 Minuti	Il criminale occasionale cerca anche di rompere il componente bloccato e imbullonato con semplici strumenti come cacciaviti, pinze e cunei.
RC 2	3 Minuti	Il criminale occasionale cerca anche di rompere il componente bloccato e imbullonato con semplici strumenti come cacciaviti, pinze e cunei.
RC 3	5 Minuti	Il criminale cerca anche di rompere il componente bloccato e imbullonato con un secondo cacciavite e un piede di porco, oltre che con semplici strumenti di perforazione.
RC 4	10 Minuti	Il criminale esperto utilizza anche utensili per segare e strumenti a percussione come un'ascia, uno scalpello, un martello e uno scalpello a percussione, nonché un trapano a batteria.
RC 5	15 Minuti	Il criminale esperto utilizza anche utensili elettrici come trapano, sega o seghetto alternativo e smerigliatrice angolare.
RC 6	20 Minuti	Il criminale esperto utilizza anche utensili elettrici come trapano, sega o seghetto alternativo e smerigliatrice angolare.
*N: Componente senza requisiti di sicurezza per le vetrate		

**Tabella 10.1:**  
Classi di protezione per le misure contro l'effrazione secondo EN 1627.  
EN 1627.

# Concetto energetico

Martin Stocker,  
Martin Aeberhard

## 11.1 Involucro e tecnica – un unico sistema

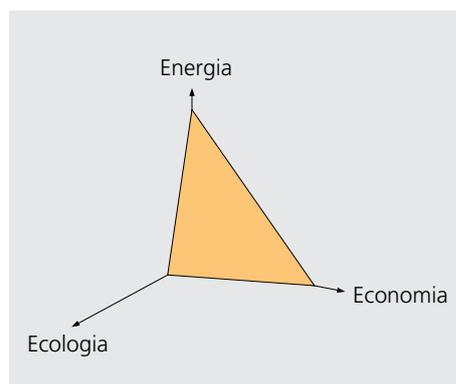
La nostra legislazione, le nostre norme, e i nostri standard si sono sviluppati in maniera tale nel corso degli ultimi anni, che è imperativo uno sviluppo coordinato del progetto. Lo sviluppo di un concetto innovativo di costruzione, che promuove una gestione parsimoniosa ed ecologica delle nostre risorse, non è realizzabile senza la presa in considerazione delle interazioni tra le diverse parti dell'edificio – in particolare dell'involucro e delle installazioni tecniche. In ogni edificio, la direzione e il concetto di base di un edificio si influenzano reciprocamente in maniera importante. Questa problematica ha una soluzione pratica nel processo iterativo, che deve essere realizzato ad uno stadio preliminare del progetto. Tutte le discipline come l'architettura, la fisica della costruzione e la tecnica dell'edificio, devono integrarsi in modo coordinato per poter raggiungere obiettivi comuni e sviluppare insieme un concetto ottimale.

*Figura 11.1: Rappresentazione del bilancio termico di un edificio non climatizzato. Rosso: bilancio globale influenzabile positivamente tramite concetto energetico, tramite corretto dimensionamento delle installazioni tecniche e tramite produzione propria dell'energia. Blu: bilancio globale influenzabile positivamente tramite concetto energetico, tramite struttura costruttiva, singoli elementi e l'intero involucro dell'edificio. (Fonte: SIA 380/1)*

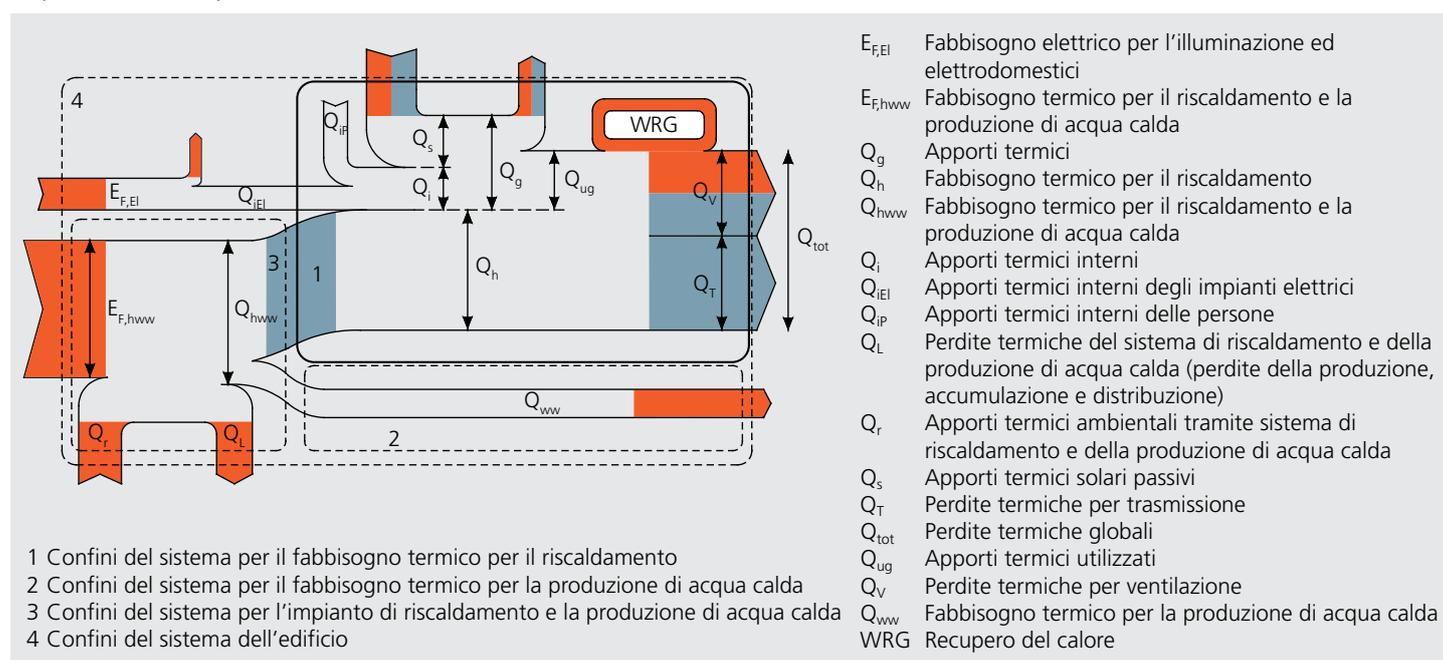
## 11.2 Come valutare la qualità di un concetto energetico?

La qualità di un concetto energetico può essere caratterizzata dai seguenti parametri (Figura 11.2):

■ **Energia:** Di principio, si differenzia l'energia utile riportata nei giustificativi energetici (ad es. fabbisogno termico per il riscaldamento secondo la SIA 380/1) e la quantità di energia fornita (energia finale). La qualità della costruzione, il concetto dell'edificio e gli utenti determinano in maniera importante il fabbisogno di base dell'edificio. Inoltre, una tecnica dell'edificio appropriata permette di met-



*Figura 11.2: Parametri che caratterizzano un concetto energetico. In questo esempio, il peso maggiore è posto sulla redditività delle misure energetiche senza valutare in particolare gli aspetti ecologici.*



tere a disposizione l'energia termica in modo efficiente. Una parte dell'energia può così essere recuperata e riutilizzata. Infine, la produzione propria di elettricità o di calore, permette anche di influenzare positivamente il bilancio termico, con l'impiego ad esempio di pannelli fotovoltaici o collettori solari termici (Figura 11.1). Per la valutazione del bilancio termico di un edificio, il suo fabbisogno energetico è in genere espresso tramite un valore specifico, ad esempio l'indice energetico in kWh/m<sup>2</sup>a. Raramente i valori della domanda di energia si riferiscono ad altre quantità, come ad esempio la domanda di energia per letto di un paziente in un ospedale. In questo modo è possibile confrontare e valutare il fabbisogno energetico di diversi edifici con lo stesso utilizzo. Questo permette di comparare e di valutare i vari fabbisogni energetici degli edifici.

■ **L'ecologia** è valutata sul piano qualitativo e quantitativo tramite ecobilanci (Tabella 11.1).

■ **Economia:** Un buon concetto energetico deve anche soddisfare i principi economici. Da una parte, si tratta di determinare i costi d'investimento per il progetto di costruzione. Dall'altra, ci si interesserà anche ai costi di esercizio, di manutenzione e di rinnovo su una lunga durata, come indicatori economici pertinenti (ades. costi del ciclo di vita: considerazione economica dei costi totali di una costruzione, di un'installazione o di una misura tecnica sulla durata di vita dell'edificio). La determinazione di questi indicatori permette anche di creare delle basi decisionali per lo sviluppo di varianti di sistema inserite in un concetto energetico. La determinazione di questi tre parametri, per valutare la qualità di un concetto energetico, può essere complessa. In questo caso risulta subito evidente, che non è possibile ottimizzare individualmente ognuno dei parametri, visto che si influenzano fortemente in modo reciproco. Un buon concetto energetico è anche un optimum equilibrato, orientato verso i bisogni del committente, tra i tre livelli di analisi considerati.

### 11.3 Fattori di valutazione ecologica

Le emissioni di CO<sub>2</sub> o il bilancio CO<sub>2</sub> di un'installazione, di un edificio o di un intero quartiere, rappresentano di principio una valutazione parziale della qualità ecologica di un concetto, che prende come parametro di riferimento gli effetti cumulativi delle emissioni di gas serra e quindi anche l'influenza sul cambiamento climatico (Tabella 11.1). Dalla conferenza sull'ambiente di Kyoto, la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> è un obiettivo concordato a livello internazionale. In Svizzera, le emissioni di CO<sub>2</sub> sono soggette a una tassa di 96 franchi per tonnellata di CO<sub>2</sub> (dal 2019). La tassa sul CO<sub>2</sub> fa parte della strategia energetica della Confederazione per il 2050. Il vantaggio di questo livello di considerazione è che il bilancio complessivo di CO<sub>2</sub> di un impianto, di un edificio o di un intero sito, include sempre i campi d'impatto di tutte le fonti energetiche utilizzate e quindi non limita il margine d'azione del progettista. Nel contempo lo costringe però ad avere sempre una visione d'insieme della situazione.

#### Energia primaria

Oltre all'**energia finale** (energia fornita all'edificio), l'energia primaria comprende anche l'energia necessaria per l'estrazione e il trasporto. Il «fabbisogno totale di energia primaria» comprende l'energia non rinnovabile e l'energia rinnovabile (ad esempio l'energia idroelettrica, il legno/biomassa senza taglio netto delle foreste primarie, l'energia solare, eolica, geotermica e ambientale). Il «fabbisogno di energia primaria di energia non rinnovabile» comprende solo le parti non rinnovabili (ad esempio le fonti di energia fossile e nucleare o il legno proveniente dal disboscamento delle foreste primarie). Per calcolare l'energia primaria, l'energia finale viene moltiplicata per i rispettivi fattori di energia primaria (Tabella 11.1). Per esempio, 1 kWh di cippato richiede un totale di 1,11 kWh di energia primaria, di cui solo 0,06 kWh di energia primaria non rinnovabile.

<b>Dati degli ecobilanci nel settore della costruzione, KBOB/eco-bau / IPB 2009/1:2016</b>							
Numero ID	Energia	Riferimento		PIA'13 PIA	Energia primaria		Emissioni gas effetto serra kg CO <sub>2</sub> -eq
		Grandezza	Unità		rinnovabile kWh oil-eq	non rinnovabile	
<b>41</b>	<b>Combustibile<sup>1</sup></b>						
41.001	Olio da riscaldamento EL	Energia finale	kWh	234	0,01	1,23	0,3010
41.002	Gas naturale	Energia finale	kWh	137	0,00	1,06	0,2280
41.003	Propano/Butano	Energia finale	kWh	200	0,01	1,15	0,2730
41.004	Coke di carbone	Energia finale	kWh	477	0,01	1,45	0,439
41.005	Bricchetta di carbone	Energia finale	kWh	456	0,01	1,20	0,399
41.006	Pezzi di legna	Energia finale	kWh	93,1	0,99	0,1160	0,02740
41.010	Pezzi di legna con filtro antiparticolato	Energia finale	kWh	88,2	0,99	0,1190	0,02750
41.007	Cippato	Energia finale	kWh	80,8	1,05	0,0628	0,01070
41.011	Cippato con filtro antiparticolato	Energia finale	kWh	73,7	1,05	0,0651	0,01080
41.008	Pellets	Energia finale	kWh	81,1	1,04	0,157	0,02720
41.012	Pellets con filtro antiparticolato	Energia finale	kWh	76,8	1,04	0,160	0,02730
41.009	Biogas	Energia finale	kWh	109	0,032	0,299	0,1300
<b>42</b>	<b>Teleriscaldamento</b>						
42.001	Centrale termica ad olio	Energia finale	kWh	341	0,02	1,68	0,408
42.002	Centrale termica a gas	Energia finale	kWh	194	0,01	1,51	0,3140
42.003	Centrale termica a gas	Energia finale	kWh	120	1,58	0,143	0,0496
42.004	Centrale di cogenerazione a legna	Energia finale	kWh	102	1,33	0,1280	0,0423
42.005	Centrale termica PdC Aria/Acqua (COPA 2.8)	Energia finale	kWh	186	0,99	1,140	0,0780
42.006	Centrale termica PdC Acque reflue (COPA 3.4)	Energia finale	kWh	124	0,17	0,894	0,0408
42.007	Centrale termica PdC Acque sotterranee (COPA 3.4)	Energia finale	kWh	155	1,03	0,963	0,0620
42.008	Centrale termica PdC sonde geotermiche (COPA 3.4)	Energia finale	kWh	139	1,05	0,849	0,0574
42.009	Centrale termica geotermia	Energia finale	kWh	67,3	1,36	0,162	0,02070
42.010	Centrale di cogenerazione geotermia	Energia finale	kWh	47,6	0,465	0,125	0,01480
42.011	Incenerimento dei rifiuti	Energia finale	kWh	7,31	0,0093	0,0504	0,00270
42.012	Impianto di cogenerazione Diesel	Energia finale	kWh	120	0,012	0,617	0,1450
42.013	Impianto di cogenerazione a Gas	Energia finale	kWh	84	0,011	0,596	0,1270
42.014	Impianto di cogenerazione a Biogas	Energia finale	kWh	72,9	0,026	0,207	0,0785
42.015	Centrale di cogenerazione Biogas, agricoltura	Energia finale	kWh	28,2	0,0135	0,0667	0,02050
42.016	Teleriscaldamento media rete CH	Energia finale	kWh	92,9	0,326	0,549	0,1080
42.017	Teleriscaldamento calore residuo, media rete CH	Energia finale	kWh	75,5	0,264	0,452	0,0888
<b>43</b>	<b>Calore utile</b>						
43.001	Caldaia ad olio	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	251	0,01	1,30	0,3220
43.002	Caldaia a gas	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	151	0,01	1,16	0,2490
43.003	Caldaia Propano/Butano	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	219	0,01	1,26	0,2960
43.004	Caldaia Coke di carbone	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	708	0,02	2,03	0,649
43.005	Caldaia di bricchetta di carbone	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	676	0,01	1,52	0,590
43.006	Caldaia a pezzi di legna	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	152	1,58	0,194	0,04540
43.010	Caldaia a pezzi di legna con filtro anti particolato	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	144	1,58	0,198	0,04560
43.007	Caldaia a cippato	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	116	1,42	0,097	0,01980
43.011	Caldaia a cippato con filtro anti particolato	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	106	1,42	0,100	0,01990
43.008	Caldaia a Pellets	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	108	1,32	0,210	0,0382
43.012	Caldaia a Pellets con filtro anti particolato	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	103	1,32	0,213	0,0383
43.009	Caldaia a Biogas	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	121	0,035	0,330	0,1420

Tabella 11.1: Estratto parte energia da «Ecobilanci nel settore della costruzione 2016». KBOB/eco-bau/IPB 2009/1:2016. Fattori PIA, fattori per energia primaria ed emissioni di gas ad effetto serra nel campo dei sistemi energetici.

**Dati degli ecobilanci nel settore della costruzione, KBOB / eco-bau / IPB 2009/1:2016**

Numero ID	Energia	Riferimento		PIA'13 PIA	Energia primaria		Emissioni gas effetto serra kg CO <sub>2</sub> -eq
		Grandezza	Unità		rinnovabile kWh oil-eq	non rinnovabile	
<b>44</b>	<b>Calore utile generato in loco, incluse le energie rinnovabili</b>						
44.001	Pompa di calore elettrica aria/acqua (CLA 2.8)	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	149	0,82	0,908	0,0628
44.002	Pompa di calore elettrica geotermica (CLA 3.9)	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	110	0,87	0,665	0,0456
44.003	Pompa di calore elettrica ad acqua di falda (CLA 3.4)	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	123	0,85	0,760	0,0494
44.004	Collettori solari piani per acqua calda UF	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	102	1,33	0,275	0,0366
44.005	Collettori solari piani per riscaldamento/acqua calda UF	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	90	1,61	0,221	0,0337
44.006	Collettori solari piani per acqua calda PF	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	40,7	1,14	0,0859	0,01390
44.007	Collettori solari piani per riscaldamento/acqua calda UF	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	76,5	1,54	0,193	0,03080
44.008	Piccola centrale di cogenerazione a gas naturale	Calore utile <sup>2</sup>	kWh	70,5	0,002	0,502	0,1110
<b>45</b>	<b>Elettricità dalla rete</b>						
45.001	Centrale nucleare	Energia finale	kWh	453	0,01	4,21	0,023
45.002	Centrale a gas naturale a ciclo combinato	Energia finale	kWh	308	0,01	2,22	0,466
45.023	Centrale elettrica a lignite	Energia finale	kWh	793	0,01	3,94	1,360
45.003	Centrale elettrica a carbone	Energia finale	kWh	768	0,03	3,91	1,240
45.004	Centrale elettrica ad olio pesante	Energia finale	kWh	1090	0,01	3,82	1,010
45.005	Incenerimento dei rifiuti	Energia finale	kWh	32	0,0023	0,0156	0,00693
45.006	Impianto di cogenerazione a legna	Energia finale	kWh	295	3,64	0,240	0,1180
45.007	Impianto di cogenerazione Diesel	Energia finale	kWh	677	0,01	3,27	0,823
45.008	Impianto di cogenerazione a Gas	Energia finale	kWh	440	0,01	2,94	0,669
45.009	Impianto di cogenerazione a Biogas	Energia finale	kWh	374	0,09	0,827	0,403
45.010	Impianto di cogenerazione a Biogas, Agricoltura	Energia finale	kWh	230	0,042	0,152	0,1770
45.011	Fotovoltaico	Energia finale	kWh	174	1,22	0,334	0,0964
45.012	Fotovoltaico tetto a falda	Energia finale	kWh	169	1,22	0,318	0,0914
45.013	Fotovoltaico tetto piano	Energia finale	kWh	156	1,22	0,324	0,0958
45.014	Fotovoltaico in facciata	Energia finale	kWh	225	1,24	0,461	0,1350
45.015	Energia eolica	Energia finale	kWh	74	1,20	0,094	0,02600
45.016	Energia idroelettrica	Energia finale	kWh	43,8	1,17	0,029	0,01220
45.017	Stoccaggio con pompa	Energia finale	kWh	451	0,63	3,26	0,1390
45.018	Centrale geotermica	Energia finale	kWh	103	3,17	0,191	0,03090
45.019	CH mix di produzione	Energia finale	kWh	229	0,66	1,85	0,02680
45.022	Mix di prodotti elettrici da energie rinnovabili	Energia finale	kWh	47,8	1,17	0,0359	0,01530
45.020	CH-Consumatoremix <sup>3</sup>	Energia finale	kWh	347	0,49	2,52	0,1020
45.021	ENTSO-E mix (ex UCTE mix)	Energia finale	kWh	548	0,30	2,89	0,524
<b>46</b>	<b>Elettricità prodotta in loco, incluse le energie rinnovabili</b>						
46.001	Fotovoltaico	Energia finale	kWh	129	1,11	0,289	0,0812
46.002	Fotovoltaico tetto a falda	Energia finale	kWh	124	1,11	0,275	0,0767
46.003	Fotovoltaico tetto piano	Energia finale	kWh	112	1,11	0,280	0,0807
46.004	Fotovoltaico in facciata	Energia finale	kWh	175	1,12	0,402	0,1150
46.005	Energia eolica	Energia finale	kWh	38,1	1,09	0,0709	0,01730
46.006	Biogas	Energia finale	kWh	309	0,077	0,733	0,358
46.007	Biogas, Agricoltura	Energia finale	kWh	179	0,036	0,124	0,1550
46.008	Piccola centrale di cogenerazione a gas naturale	Energia finale	kWh	447	0,01	3,39	0,749

<sup>1</sup> Potere calorifico superiore<sup>2</sup> incl. perdite di distribuzione (calore all'uscita del generatore di calore)<sup>3</sup> senza prodotti elettrici da energie rinnovabili

### Punti d'impatto ambientale (PIA)

I punti d'impatto ambientale (Tabella 11.1) combinano i vari impatti ambientali (emissioni nell'aria, nel suolo, nell'acqua, nonché gli impatti dello smaltimento dei rifiuti) in una valutazione complessiva. La comparabilità dei vari impatti ambientali si basa sul metodo della scarsità ecologica. I PIA forniscono quindi un quadro completo dell'impatto ambientale e si basano sulla politica ambientale svizzera.

■ Nel caso dell'elettricità, il mix di elettricità acquistato ha un impatto molto forte sul bilancio ambientale (ad esempio, elettricità idroelettrica 43,8 PIA/kWh, mix di consumo CH 347 PIA/kWh). Pertanto, all'inizio del processo di valutazione, si deve definire con i promotori da parte del proprietario dell'edificio quale mix di energia elettrica deve essere utilizzato per l'analisi.

■ PIA, impatto di CO<sub>2</sub> e fattori di energia primaria sono disponibili per i più importanti materiali da costruzione, installazioni, trasporto e smaltimento. In questo modo è possibile realizzare un bilancio ecologico completo dell'intero edificio, compresa la sua realizzazione (energia grigia). Ulteriori informazioni: [www.eco-bau.ch](http://www.eco-bau.ch) → Stumenti → Ecobilanci.

## 11.4 L'efficienza energetica come obiettivo

Minergie è uno standard costruttivo volontario per edifici nuovi e ammodernati. L'attenzione è rivolta al comfort abitativo e lavorativo degli utenti degli edifici. Ciò è reso possibile grazie ad un involucro edilizio di alta qualità, dal rinnovo sistematico dell'aria con un uso razionale dell'energia e dall'utilizzo di energie rinnovabili. Il proprietario dell'edificio può far certificare la conformità dell'edificio rispettando uno standard costruttivo. Si distinguono tre categorie di standard costruttivi: Minergie, Minergie-P e Minergie-A, oltre all'aggiunta di Eco, che integra le tre norme edilizie con i temi della salute e dell'ecologia edilizia. Minergie-P si riferisce a edifici a bassissimo consumo energetico, con un involucro edilizio eccezionale e un corrispondente basso fabbisogno di riscaldamento. Gli edifici Minergie-A producono più energia di quanta ne consumino. Mentre caratteristiche come il comfort e l'efficienza energetica sono intrinseche agli edifici Minergie, gli edifici certificati Minergie-Eco soddisfano anche i requisiti per una costruzione sana ed ecologica (Tabella 11.2). Le ampie conoscenze, gli strumenti di progettazione collaudati e, non da ultimo, l'esperienza acquisita con il programma Eco-Bau costituiscono la base di riferimento.

	<b>Minergie</b>	<b>Eco</b>	
<b>Maggiore qualità di vita</b>	<b>Comfort</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevato comfort termico</li> <li>• Protezione termica estiva</li> <li>• Buona qualità dell'aria grazie al rinnovo sistematico dell'aria</li> </ul>	Condizioni di luce diurna ottimali	Luce diurna
		Basse emissioni foniche	Protezione fonica
		Bassa esposizione a materiali edili nocivi e alle radiazioni	Clima interno dei locali
<b>Basso impatto ambientale</b>	<b>Efficienza energetica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basso fabbisogno energetico</li> <li>• Nuovi edifici senza combustibili fossili</li> <li>• Uso di apparecchi, tecnica dell'edificio ed illuminazione efficienti</li> <li>• Autoproduzione di energia</li> <li>• Monitoraggio energetico</li> </ul>	<b>Ecologia nella costruzione</b>	
		Lunga durata, Flessibilità di utilizzo, Decostruzione	Concetto del sistema edificio
		Uso di materiali edili riciclati, prodotti certificati e protezione del suolo	Materiali e processi di costruzione
		Bassa energia grigia della somma di tutti i materiali da costruzione utilizzati	Energia grigia dei materiali edili

*Tabella 11.2: Minergie-Eco è un'estensione dello standard Minergie di base che include criteri di ecologia costruttiva e di salute. (Fonte: Minergie)*

Categoria edificio			Minergie: Rinnovo di edifici costruiti prima del 2000			
			MKZ <sup>1</sup> kWh/m <sup>2</sup> a	E <sub>hwik</sub> kWh/m <sup>2</sup> a	Q <sub>h</sub> in % Q <sub>h,li</sub> MoPEC 14	Tenuta dell'in- volucro
I	Abitazioni pluri-familiari <sup>2</sup>	ME	90	60	–	K
		ME-P	80		90	M
		ME-A	35		–	M
II	Abitazioni monofamiliari	ME	90	60	–	K
		ME-P	80		90	M
		ME-A	35		–	M
III	Amministrazione	ME	120	55	–	K
		ME-P	115		90	M
		ME-A	35		–	M
IV	Scuole	ME	85	55	–	K
		ME-P	75		90	M
		ME-A	20		–	M
V	Negozi	ME	110	55	–	K
		ME-P	100		90	M
		ME-A	40		–	M
VI	Ristoranti	ME	100	65	–	K
		ME-P	90		90	M
		ME-A	40		–	M
VII	Locali riunione	ME	95	60	–	K
		ME-P	85		90	M
		ME-A	25		–	M
VIII	Ospedali	ME	125	85	–	K
		ME-P	120		90	M
		ME-A	50		–	M
IX	Industria	ME	105	40	–	K
		ME-P	95		90	M
		ME-A	30		–	M
X	Magazzino	ME	65	35	–	K
		ME-P	55		90	M
		ME-A	25		–	M
XI	Impianti sportivi	ME	65	40	–	K
		ME-P	55		90	M
		ME-A	25		–	M
XII	Piscine <sup>3</sup>	ME	–	–	100	K
		ME-P	–	–	90	M

<sup>1</sup> Gli indici Minergie (categorie III–XI) si applicano agli edifici con un  $A_E \leq 250 \text{ m}^2$ .

Per gli edifici più grandi, i requisiti dipendono dall'oggetto considerato

<sup>2</sup> Sulla base di una media di  $125 \text{ m}^2 A_E$  per unità abitativa.

<sup>3</sup> Ulteriori requisiti per le piscine al coperto al capitolo 5.3 del regolamento sui prodotti Minergie.

**Tabella 11.3:**  
Categorie di edifici secondo SIA 380/1 e requisiti secondo gli standard Minergie per gli edifici esistenti edifici. Una tabella analoga è disponibile per i nuovi edifici.

#### Termini, abbreviazioni

ME, ME-P, ME-A	Minergie, Minergie-P, Minergie-A
MKZ	Indice Minergie (fabbisogno energetico totale nella fase di esercizio dell'edificio)
E <sub>hwik</sub>	Requisiti per il fabbisogno energetico ponderato per il riscaldamento, l'acqua calda, la ventilazione e la climatizzazione.
K, M	Tenuta all'aria dell'involucro; K = concetto di tenuta all'aria, M = misura della tenuta all'aria/concetto di misura
Q <sub>h,li</sub>	Valore limite del fabbisogno termico per il riscaldamento per nuovi edifici
A <sub>E</sub>	Superficie di riferimento energetica

Comune a tutte e tre le varianti dello standard Minergie è la valutazione del fabbisogno energetico di un edificio mediante un indicatore di prestazione energetica, il cosiddetto indice Minergie (fabbisogno globale di energia). Tuttavia, questo non è il consumo effettivo di energia, che può essere letto da un contatore. Si tratta piuttosto della quantità di energia utile, ovvero il fabbisogno di riscaldamento, l'energia necessaria per fornire acqua calda e l'energia elettrica per la ventilazione, la climatizzazione e i servizi generali dell'edificio, l'illuminazione e gli elettrodomestici. L'autoconsumo e il 40% dell'elettricità fotovoltaica immessa in rete possono essere detratti dal fabbisogno globale di energia (a partire da luglio 2019). Le singole componenti del fabbisogno di energia utile e l'elettricità prodotta da impianti fotovoltaici, vengono convertite in energia tramite gradi di utilizzo, ponderate con fattori nazionali e conteggiate in un indice di fabbisogno globale. L'indice Minergie è quindi una forma politicamente ponderata del fabbisogno energetico finale di un edificio. Sintetizzare le diverse componenti di fabbisogno energetico in un unico valore di riferimento, dà ai progettisti un margine di manovra nei loro concetti, in quanto i punti deboli dell'involucro edilizio possono essere compensati ad esempio con l'installazione di un impianto fotovoltaico, con installazioni tecniche efficienti, o tramite

utilizzo di energia rinnovabile di alta qualità. Per definire il quadro di riferimento per l'ottimizzazione, Minergie richiede il rispetto di ulteriori requisiti. Questi si differenziano a seconda dello standard dell'edificio (Minergie, Minergie-P e Minergie-A) e della categoria dell'edificio (utilizzo). Il concetto dell'indicatore di performance Minergie è stato ora integrato nell'edizione 2014 del Modello di prescrizioni energetiche dei cantoni (MoPEC). In futuro, un fabbisogno energetico ponderato per il riscaldamento, l'acqua calda, la ventilazione e la climatizzazione dovrà essere verificato anche in fase di domanda di costruzione. A differenza di Minergie, tuttavia, non si potrà considerare la quota parte di elettricità prodotta da energia elettrica autoprodotta.

## 11.5 Differenze per categorie di edifici

Le prescrizioni delle norme SIA, così come lo standard Minergie, si riferiscono a dodici categorie di edificio (Tabella 11.3). Questa catalogazione, differenziata per nuovi edifici e trasformazioni, permette di definire i valori limite che considerano, in maniera realistica, le particolarità delle rispettive categorie.

**Tabella 11.4:**  
*Categorie di edifici secondo SIA 380/1 e requisiti supplementari secondo lo standard Minergie per gli edifici esistenti. Una tabella analoga è disponibile per i nuovi edifici. I nuovi edifici non possono utilizzare un generatore di calore fossile, ad eccezione della copertura dei picchi di carico, del teleriscaldamento con meno di 50% di energia fossile e delle centrali di cogenerazione. Inoltre, vi è l'obbligo per i nuovi edifici di produrre la propria energia elettrica.*

Categoria edificio		Minergie: Rinnovo di edifici costruiti prima del 2000				
		Ventilazione meccanica necessaria	Monitoraggio	Certificato di illuminazione SIA 387/4	Acqua calda 20% rinnovabile	Prova del comfort termico in estate
I	Abitazioni PF	Si	Si, se la tecnica dell'edificio è nuova: per tutti gli edifici ME-A, altrimenti solo se $A_E > 2000 \text{ m}^2$ .	No	–	Si
II	Abitazioni MF	Si			–	
III	Amministrazione	Raccomandata		–		
IV	Scuole	Si		–		
V	Negozi	Raccomandata		–		
VI	Ristoranti	Si		Si		
VII	Locali riunione	Raccomandata		–		
VIII	Ospedali	Si		–		
IX	Industria	Raccomandata		–		
X	Magazzino	Raccomandata		–		
XI	Impianti sportivi	Raccomandata		Si		
XII	Piscine	Si		Si		

## 11.6 Concetto energetico: Approccio e principi

Per lo sviluppo di un concetto energetico globale è raccomandata la collaborazione di tutte le parti coinvolte seguendo almeno la seguente procedura struttura in 7 fasi:

### Procedura

- 1 Definizione degli obiettivi**
- 2 Definizione del fabbisogno**
- 3 Utilizzo di elementi passivi**
- 4 Variante di base come variante di confronto**
- 5 Grado ridotto della tecnica dell'edificio, installazioni tecniche semplici**
- 6 Sfruttamento del calore residuo**
- 7 Sviluppo di un concetto in funzione degli obiettivi**

### 1. Definizione degli obiettivi

Prima di cominciare lo sviluppo del concetto energetico, è necessario definire gli obiettivi che tale concetto deve poter raggiungere. Durante il rinnovo di un edificio, il committente conosce di regola le particolarità del suo edificio. Allo stesso modo, deve essere definita l'intenzione e l'obiettivo della committenza per gli aspetti energetici, ecologici ed economici. Una volta chiariti questi aspetti è possibile formulare e trovare un accordo sugli obiettivi da raggiungere. La definizione degli obiettivi deve di principio essere neutrale in termini di soluzioni possibili, e l'obiettivo da raggiungere deve essere verificabile e definito il più precisamente possibile. Inoltre, la definizione degli obiettivi deve lasciare il più grande margine di manovra possibile all'interno dei limiti fissati e deve permettere l'interazione di soluzioni innovative e non convenzionali.

### 2. Definizione del fabbisogno

Oltre alla formulazione degli obiettivi è necessario definire nel dettaglio in un concetto energetico, quali sono i fabbisogni che deve soddisfare l'edificio o le differenti parti utilizzate. È opportuno anche determinare le temperature ambiente in inverno ed in estate, la loro variabilità, le eventuali esigenze in termini di umidità e di ventila-

zione, la gestione dei carichi termici interni, l'approvvigionamento dei fluidi speciali, l'alimentazione elettrica richiesta, le esigenze in materia di illuminazione naturale e artificiale, ecc. A dipendenza delle categorie di edificio, l'aspetto problematico potrà non essere la produzione di calore in inverno, bensì il raffreddamento dei locali in estate. Le conclusioni della determinazione dei fabbisogni hanno un'influenza decisiva sull'insieme dei processi di sviluppo del concetto energetico.

### 3. Utilizzo di elementi passivi

L'impatto di elementi passivi sulle caratteristiche di esercizio di un edificio può essere significativo da un punto di vista energetico, ecologico ed economico. L'utilizzo di tutte le possibilità passive all'interno o all'esterno di un edificio è quindi all'origine di tutte le riflessioni. Risulta evidente, che la messa in relazione di differenti misure passive, necessita una collaborazione tra i differenti progettisti. Spesso, per lo sviluppo del concetto e di un progetto, si sviluppa un processo iterativo tra la progettazione e l'impostazione della costruzione grezza, le proprietà dell'involucro dell'edificio, la scelta dei materiali e la scelta del sistema per le installazioni tecniche. L'impiego ottimizzato o massimizzato degli elementi passivi sul piano energetico, ecologico ed economico è di regola poco spettacolare, in quanto la progettazione dell'edificio e del suo involucro seguiranno alcuni principi di base, che riducono il livello di tecnicità dell'edificio. È importante che questo processo e questo obiettivo siano definiti in anticipo e precisamente regolati con la committenza.

### 4. Variante di riferimento come variante di confronto

Durante lo sviluppo di un concetto energetico, il team di progettazione è presto confrontato all'obbligo di raccomandare o giustificare le sue decisioni in merito a determinate varianti. Si tratta in questo caso di presentare il grado di realizzazione degli obiettivi sul piano energetico, ecologico ed economico e confrontarli con una variante di riferimento. Molto spesso si definisce

questa variante di riferimento sotto forma di variante convenzionale standard. Nel caso di un rinnovo si sceglie spesso come variante di riferimento ad esempio una sostituzione 1:1 o un convenzionale riscaldamento ad olio. In tutti i casi, è raccomandato definire approssimativamente la variante di riferimento sin dall'inizio della progettazione, e di proseguire con l'aggiunta di parametri secondari nel corso dello sviluppo del progetto. La possibilità di confronto in ogni momento, facilita il processo decisionale in corso.

### **5. Grado ridotto della tecnica dell'edificio, installazioni tecniche semplici**

Un grado elevato di tecnica nell'edificio non è necessariamente garanzia di un concetto energetico riuscito ed ottimizzato. Esistono sicuramente degli edifici che in ragione delle esigenze degli utenti, richiedono un grado elevato di tecnica impiantistica e dei sistemi tecnici complessi e fortemente interconnessi. Purtroppo, ci si confronta spesso con soluzioni che contengono una tecnica eccessiva che risulta inutile, ad esempio, attraverso una combinazione inappropriata di sistemi in competizione tra loro. Un buon concetto è caratterizzato anche dal fatto che gli obiettivi definiti possono essere raggiunti e mantenuti in funzione, tramite un concetto tecnologico il più semplice possibile, facile da capire e quindi anche di facile utilizzo. In una valutazione completa dei costi del ciclo di vita, i concetti semplici con poca tecnologia sono in genere molto efficaci. I vantaggi e gli svantaggi energetici di sistemi costruttivi intelligenti (ad es. Smart home) devono essere valutati in modo olistico.

### **6. Sfruttamento del calore residuo**

In ogni edificio si produce un eccesso di calore, di umidità e di freddo. L'utilizzo di questi esuberanti energetici è una possibilità semplice d'influenzare positivamente il bilancio globale dell'edificio. Tuttavia sono presenti dei limiti fisici. La quantità di energia fornita ed il livello di temperatura devono essere il più vicino possibile, oppure essere più elevati, rispetto a quello che può essere prelevato dall'installazione a li-

vello del punto di riutilizzo. Ad esempio, se il livello di temperatura del calore residuo è troppo basso, dovrà essere utilizzata una pompa di calore allo scopo di raggiungere il livello di temperatura più elevato richiesto dall'utenza, ciò che riduce l'efficienza d'utilizzo del calore residuo sul piano energetico ed economico. A tal proposito è importante ottimizzare il recupero o l'utilizzo diretto del calore, del freddo e dell'umidità, forniti in funzione dei bisogni. Non è di regola interessante massimizzare questo utilizzo dal punto di vista economico.

### **7. Sviluppo di un concetto in funzione degli obiettivi**

Una volta definite le prime idee sul concetto energetico e disegnate le prime bozze di piani all'interno del team di progettazione o tra l'architetto, il fisico della costruzione e i progettisti degli impianti, si potranno determinare i primi parametri relativi alla progettazione delle installazioni tecniche necessarie.

Da questa analisi preliminare si possono dedurre considerazioni relative alla generazione e alla preparazione, nonché alla distribuzione e all'erogazione dell'energia necessaria al corretto esercizio dell'edificio. In questa fase è sensato pensare in termini di varianti concettuali, per cui la variante di base (punto 4) non deve essere dimenticata. Anche in questa prima fase di progettazione è necessario determinare, per quanto possibile, l'equilibrio complessivo dell'edificio in termini energetici, ecologici ed economici, che risultano dalle idee di progetto per le differenti varianti. Questi dati devono essere confrontati con l'obiettivo (punto 1).

Le varianti che non soddisfano l'obiettivo predefinito devono essere modificate o scartate. Con lo sviluppo del progetto si preciserà anche il bilancio dell'edificio. Misure di miglioramento in merito alla realizzazione degli obiettivi potranno essere definite e valutate più precisamente. I seguenti parametri sono pertinenti per la presa di decisione:

- grado di realizzazione degli obiettivi sul piano energetico, ecologico ed economico
- Indici specifici per il confronto con una variante base, altri oggetti o dati d'esperienza.

## 11.7 Tendenze e strumenti

### Indici

Gli indici sono di principio delle informazioni sintetiche di stati funzionali quantificabili. Essi rappresentano un semplice strumento per prevedere, controllare o comparare dei risultati. Gli indici interessanti per i concetti energetici sono dati di consumo, valori di emissione o costi, riferiti ad una grandezza di base (ad es. kWh/m<sup>2</sup>a, CO<sub>2</sub>/MWh, Fr./t CO<sub>2</sub>, ecc.). Gli indici più conosciuti nel settore dell'energia, sono i valori limite e i valori mirati, che devono essere comprovati come base per la valutazione di un edificio o di un elemento costruttivo (secondo la SIA 380/1 o Minergie), nell'ambito della procedura d'autorizzazione del permesso di costruzione o di certificazione secondo lo standard Minergie. L'indice energetico quantifica la qualità energetica di un edificio e permette di compararlo con altri edifici della stessa categoria. In questo caso si attesta l'energia primaria totale fornita all'edificio durante un anno rapportata alla superficie di riferimento energetico (secondo la SIA 416/1). In un confronto tra le varianti, vengono spesso calcolati e confrontati il bilancio complessivo dell'energia primaria o finale fornita, le emissioni di CO<sub>2</sub> e i costi di esercizio annuali o i costi del ciclo di vita. Se si include una variante di riferimento, il vantaggio economico delle diverse applicazioni di una singola variante può essere rappresentato in modo molto significativo, ad esempio in Fr./MWh o in Fr./t CO<sub>2</sub> risparmiati per anno o ad esempio su una durata di 25 anni.

### Strumenti informatici e di calcolo

- [www.svizzeraenergia.ch](http://www.svizzeraenergia.ch): Svizzera energia
- [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch): Associazione Minergie
- [www.endk.ch](http://www.endk.ch) → Professionisti → strumenti di supporto: Conferenza dei direttori cantonali dell'energia
- [www.energytools.ch](http://www.energytools.ch): Strumenti e software SIA

### Norme e standards

Le Norme e gli standard sono importanti strumenti di lavoro per sviluppare un concetto di edificio e di impianto. Oggi esistono tutta una serie di norme e standard ampiamente riconosciuti, i cui principi sono talvolta richiamati nelle leggi e nelle ordinanze.

- [www.webnorm.ch](http://www.webnorm.ch): piattaforma SIA per l'intero corpo di norme SIA, la documentazione SIA e le norme europee. Sono disponibili per la selezione semplici funzioni di ricerca con parole chiave.
- [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch): Associazione Minergie, requisiti per le norme, strumenti di supporto per l'applicazione e moduli di verifica.
- [www.endk.ch](http://www.endk.ch): Conferenza dei direttori cantonali dell'energia, documenti necessari alla verifica energetica, strumenti applicativi, modello di prescrizioni dei cantoni (MoPEC) e altri strumenti di supporto.
- [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch): Conferenza di coordinamento degli organi di costruzione degli immobili dei committenti pubblici, KBOB, raccomandazioni per la tecnica edilizia in generale e in particolare per l'ediliziasostenibile.

# Produzione di calore e fornitura di energia elettrica

Martin Stocker

## 12.1 Requisiti legali

In molti Cantoni, la sostituzione della produzione di calore è possibile solo attraverso determinate condizioni costruttive e impiantistiche. Queste disposizioni fanno parte del Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni edizione 2014 (MoPEC 2014). In numerosi Cantoni, queste disposizioni sono in fase di entrata in vigore nel processo parlamentare.

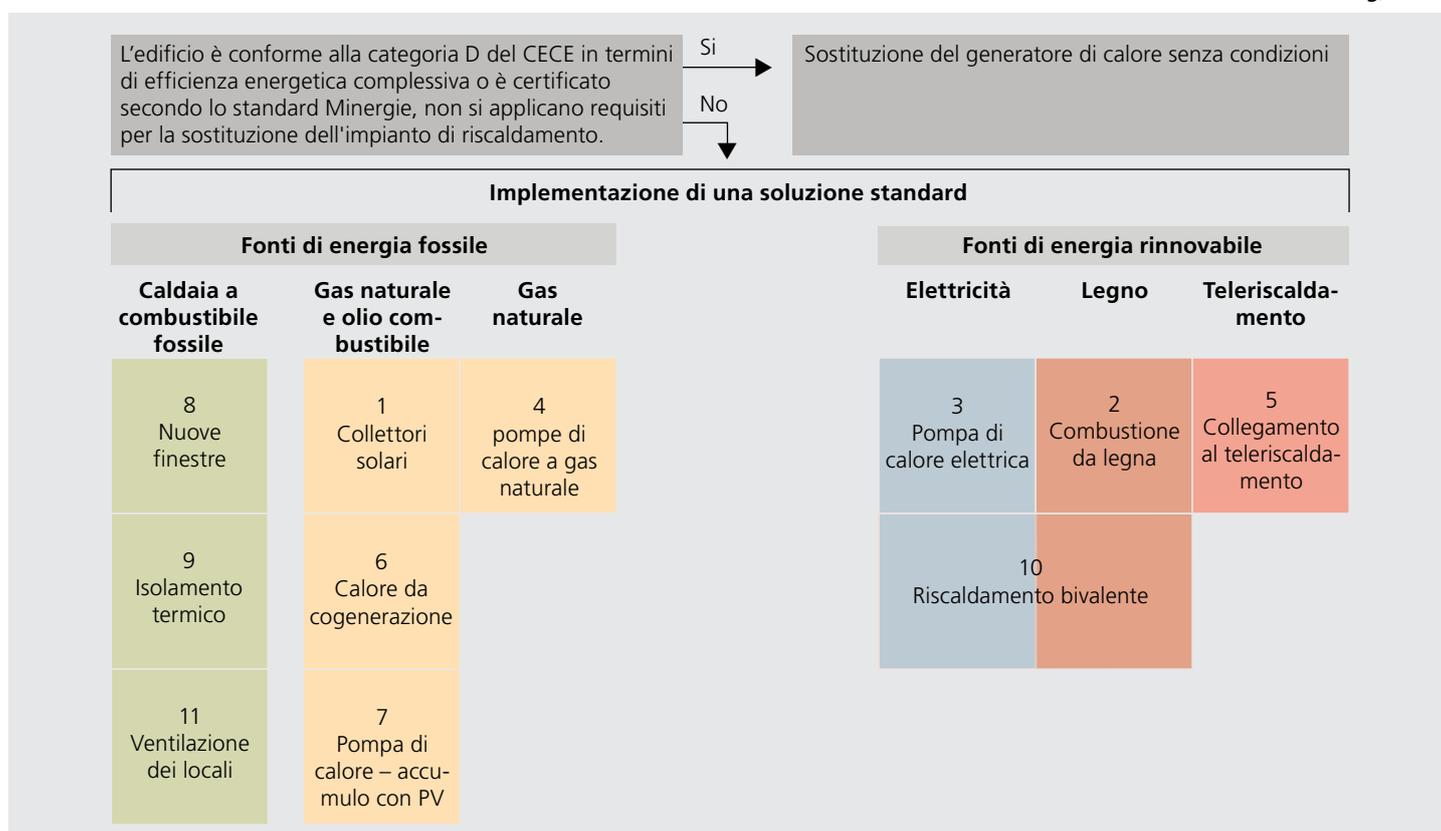
Secondo il MoPEC 2014, la sostituzione della produzione di calore con una quota massima di energia non rinnovabile del 90% è consentita solo a condizione del raggiungimento di una determinata classificazione energetica (CECE) o del raggiungimento dello standard Minergie. I proprietari di case hanno tre opzioni: «soluzione standard», «certificazione Minergie» o «classe D del CECE in merito alle prestazioni energetiche».

Le soluzioni standard offrono un'ampia scelta di misure edilizie e costruttive. Non si è legati ad un obbligo di risanamento. Tuttavia, vale il principio: chi costruisce e installa deve rispettare i requisiti di legge. Le soluzioni differiscono molto anche in termini di costi e la spesa dipende naturalmente anche dall'entità dell'oggetto.

## 12.2 Vettori energetici

Nel settore della costruzione è interessante conoscere i vettori energetici disponibili sul territorio e definire quali di questi vettori possano essere utilizzati allo scopo di raggiungere gli obiettivi fissati sul piano energetico, ecologico ed economico. La disponibilità sul posto deve essere verificata preventivamente in maniera globale: non si tratta unicamente di valutare se un vettore energetico particolare sia presente o possa essere reso disponibile sul posto, ma anche di stabilire se questo vettore

*Figura 12.1: Cinque fonti di energia per undici soluzioni standard - i requisiti MoPEC per la sostituzione del generatore di calore. (Fonte: Faktor Verlag)*



**Tabella 12.1:**  
Le 11 soluzioni standard per la sostituzione della produzione di calore secondo MoPEC 2014. Sei, rispettivamente sette delle undici soluzioni standard, possono essere so implementate con i vettori energetici gas naturale e gasolio da riscaldamento. Alcune di queste sono misure strutturali. (Fonte: Faktor Verlag)

energetico per differenti ragioni, possa essere direttamente utilizzato (ad es. l'utilizzo di acqua di falda a scopi di riscaldamento e di raffreddamento non è permesso nelle zone di protezione delle acque sotterranee). I vettori energetici disponibili per le costruzioni tradizionali si differenziano per la parte di energia primaria e il loro impatto ambientale durante la combustione (trasformazione chimica). Questo in particolare per quanto riguarda gli inquinanti e i gas ad effetto serra (vedi capitolo 11 «Concetto energetico»). Inoltre, i combustibili hanno la caratteristica di non essere legati a delle reti di condotte, a differenza degli altri vettori energetici. Essi necessitano però di uno stoccaggio sul posto (ad eccezione del gas naturale). La dimensione dello spazio di stoccaggio, dipende dalla

specificità energetica di questi vettori e dal fabbisogno energetico dell'edificio a seguito del rinnovo. Sulla base del sistema di riscaldamento esistente, i sistemi di riscaldamento comunemente usati oggi per gli edifici residenziali sono elencati alla Figura 12.2, con le loro condizioni, vantaggi e svantaggi.

**La sostituzione 1:1 degli impianti di riscaldamento elettrico non è più consentita secondo il Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni (MoPEC 2014).**

### 12.3 Vettori energetici fossili

Dal punto di vista ecologico, i vettori energetici fossili presentano l'inconveniente di pesare fortemente sul bilancio CO<sub>2</sub> di un edificio. Nel rispetto di obiettivi di riduzione importanti delle emissioni di CO<sub>2</sub>, la

#### Sostituzione della generatore di calore: 11 soluzioni standard

Nr.	Soluzione standard	Condizioni	Commenti
1	<b>Collettori termici</b>	Per il riscaldamento dell'acqua con un'area di collettori di almeno il 2 % della superficie di riferimento energetico	Sistemi per lo più standardizzati; spesso non realizzabili (requisiti)
2	<b>Combustione a legna</b>	Come principale generatore di calore e in proporzione energie rinnovabili per il riscaldamento dell'acqua	Con il riscaldamento automatico a pellet poco sforzo operativo; chiarire i requisiti di spazio
3	<b>Pompa di calore elettrica</b>	Per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria	Soluzione semplice; molto economica con l'aria esterna come fonte di calore. Osservare la bassa temperatura di mandata
4	<b>Pompa di calore a gas naturale</b>	Tutto l'anno per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria	Soluzione molto innovativa; bassi costi di esercizio; costi di investimento relativamente elevati in combinazione con le sonde geotermiche
5	<b>Allacciamento al teleriscaldamento</b>	Con calore da IDA, ITR o fonti rinnovabili	Scarso rapporto costi-benefici per piccoli oggetti; soluzione affidabile
6	<b>Impianto di cogenerazione</b>	Per almeno il 60 % del fabbisogno di calore per il riscaldamento degli ambienti e l'acqua calda; efficienza elettrica di almeno il 25 %.	Elevato grado di copertura nell'autoconsumo di energia elettrica; le condizioni di alimentazione variano molto a livello locale
7	<b>Pompa di calore Accumulo con PV</b>	Per il riscaldamento dell'acqua e installazione fotovoltaica con una potenza di almeno 5 W per m <sup>2</sup> di superficie di riferimento energetico	Soluzione semplice; non realizzabile ovunque (requisiti); il locale tecnico dell'edificio non deve raffreddarsi
8	<b>Nuove finestre</b>	Valore U delle vetrate delle finestre prima dell'intervento di almeno 2 W/m <sup>2</sup> K, dopo intervento di al massimo 0,7 W/m <sup>2</sup> K	Particolarmente utile in combinazione con l'isolamento termico della parete esterna; miglioramento del comfort
9	<b>Isolamento termico</b>	Dal tetto o dalla parete esterna; prima dell'intervento di almeno 0,6 W/m <sup>2</sup> K, dopo intervento al massimo 0,2 W/m <sup>2</sup> K; area interessata almeno 0,5 m <sup>2</sup> per m <sup>2</sup> di area di riferimento energetico	Soluzione sostenibile; utile quando si è in attesa di una ristrutturazione; miglioramento del comfort (pareti esterne più calde)
10	<b>Generazione di calore bivalente</b>	Con copertura del carico di base con energie rinnovabili e del carico di picco con energie fossili; potenza del generatore nel carico di base almeno il 25 % della potenza termica richiesta	Utile per impianti più grandi e in case unifamiliari come unità compatta («ibrida»); sistema idraulico e di controllo complesso
11	<b>Impianto di ventilazione meccanica</b>	Nuova installazione di un sistema di ventilazione con recupero di calore; tasso di recupero almeno del 70 %.	Utile in edifici con un buon isolamento a tenuta d'aria; le unità decentrate non sono adatte a causa di un insufficiente tasso di recupero

maggior parte delle varianti che utilizzano vettori energetici fossili non trovano applicazione. Queste varianti hanno il vantaggio di presentare un'applicazione tecnica comprovata, economica, ben definita e facilmente gestibile. Inoltre dal punto di vista dell'utente, l'approvvigionamento di combustibili fossili non presenta problemi particolari. L'esperienza degli ultimi anni mostra tuttavia che la catena di approvvigionamento di questi vettori energetici è molto sensibile a delle perturbazioni. Inoltre, il prezzo dei vettori energetici fossili è soggetto a forti variazioni nel mondo intero. I sistemi di produzione che impiegano vettori energetici fossili sono adatti in prevalenza a concetti nei quali:

- Una sostituzione 1:1 è facilmente possibile, i bassi costi di investimento sono fondamentali e i criteri ecologici sono deli-

beratamente poco importanti. Le disposizioni di legge (capitolo 12.1) devono essere rispettate in ogni caso.

- È disponibile una rete di gas e quindi è possibile realizzare un risanamento con un ridotto fabbisogno di spazio e costi contenuti. Il biogas ed eventualmente anche il gas proveniente dalla produzione solare (power-to-gas) possono essere ottenuti attraverso la rete del gas.

- Le fonti di energia rinnovabile non sono disponibili in quantità sufficiente nel sito o l'utilizzo (ad esempio, un sistema di distribuzione del calore con requisiti di alta temperatura) rende impossibile o limita fortemente l'uso di fonti di energia rinnovabile. In quest'ultimo caso, si dovrebbe cercare una combinazione di combustibili fossili ed energie rinnovabili.

**Figura 12.2:**  
Sistemi di riscaldamento frequenti in edifici residenziali.



■ È necessaria una variante di riferimento, come variante comparativa, per il processo decisionale nello sviluppo di un concetto energetico.

## 12.4 Energia rinnovabile

I sistemi di produzione di calore comprovati, che utilizzano vettori energetici rinnovabili, possono essere divisi in cinque gruppi:

- Combustibili prodotti a partire da energia rinnovabile o contenenti una parte molto elevata di energia rinnovabile, ad esempio pellet, cippato, biogas.
- Teleriscaldamento da recupero del calore di scarto o generazione di calore con fonti di energia rinnovabile.
- Calore utile, generato sul posto da energia rinnovabile.
- Elettricità della rete prodotta da fonti di energia rinnovabile o contenente una parte definita di energia rinnovabile.
- Elettricità prodotta sul posto a partire da fonti di energia rinnovabile.

I combustibili prodotti a partire da energia rinnovabile, o contenenti una parte definita di energia rinnovabile, sono conosciuti come biodiesel, biogas e legno. Il biodiesel è un combustibile di origine vegetale ed è maggiormente impiegato come carburante per i veicoli. In alcune grandi installazioni, il biodiesel è utilizzato per la produzione di calore. Un impiego di biodiesel in grandi quantità è attualmente vietato, in quanto i prodotti vegetali necessari alla sua produzione, sfruttano delle preziose colture che determinano la perdita non desiderata di prodotti agricoli. I concetti energetici che utilizzano il biodiesel devono rimanere dei casi eccezionali.

### Biogas

Contrariamente al biodiesel, l'utilizzo del biogas è una possibilità che presenta un certo potenziale. Il biogas è prodotto dalla fermentazione di materiale organico come fanghi di depurazione, rifiuti alimentari, liquami, ecc. e può essere immesso nella rete del gas in forma opportunamente trattata. Poiché il biogas viene utilizzato anche per alimentare i veicoli, il suo utilizzo per il

riscaldamento dovrebbe essere attuato solo se ci sono condizioni quadro adeguate (ad esempio, nessuna possibilità di utilizzare altri sistemi di riscaldamento con fonti di energia rinnovabile o un collegamento diretto con la produzione di biogas).

### Il legno

Il legno è un altro combustibile rinnovabile molto diffuso, oggi utilizzato in forma di cippato o di pellets. Visto che il legno proviene in generale da una produzione locale, il bilancio di CO<sub>2</sub> è molto positivo. Tuttavia, a partire da aprile 2019, tutti i nuovi impianti, dalle stufe a camera singola ai grandi forni a trucioli, sono soggetti ai requisiti stabiliti dall'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico. Per una potenza di combustione di 70 kW e oltre, questi requisiti richiedono spesso l'installazione di adeguati sistemi di filtraggio nello scarico dei fumi.

Per gli impianti esistenti, i termini di risanamento devono essere rispettati. Va inoltre notato che il contenuto energetico e il contenuto di umidità del cippato e del pellet sono standardizzati e offerti in diverse classi di qualità. Un sistema automatico di combustione della legna richiede sempre l'installazione di un silo in cui il combustibile viene immagazzinato e alimentato alla caldaia a legna. L'autonomia desiderata determina il volume di stoccaggio richiesto, che è significativamente maggiore rispetto all'olio combustibile (pellet circa fattore 3, cippato circa 12). Spesso è possibile convertire i locali del serbatoio dell'olio in depositi di pellet, in quanto essi possono essere iniettati tramite un tubo flessibile. Inoltre, i locali del serbatoio dell'olio esistenti erano spesso sovradimensionati, ed essendo il fabbisogno energetico degli edifici ristrutturati inferiore, il rifornimento durante la stagione di riscaldamento non presenta problemi. Infine, la cenere di un sistema di combustione del legno deve essere smaltita correttamente. Caldaie a cippato, in particolare, richiedono molta più manutenzione rispetto a caldaie ad olio o a gas comparabili, e sono quindi più adatti a produzioni elevate. Tutto ciò deve essere tenuto in considerazione nella scelta di una variante.

### Teleriscaldamento

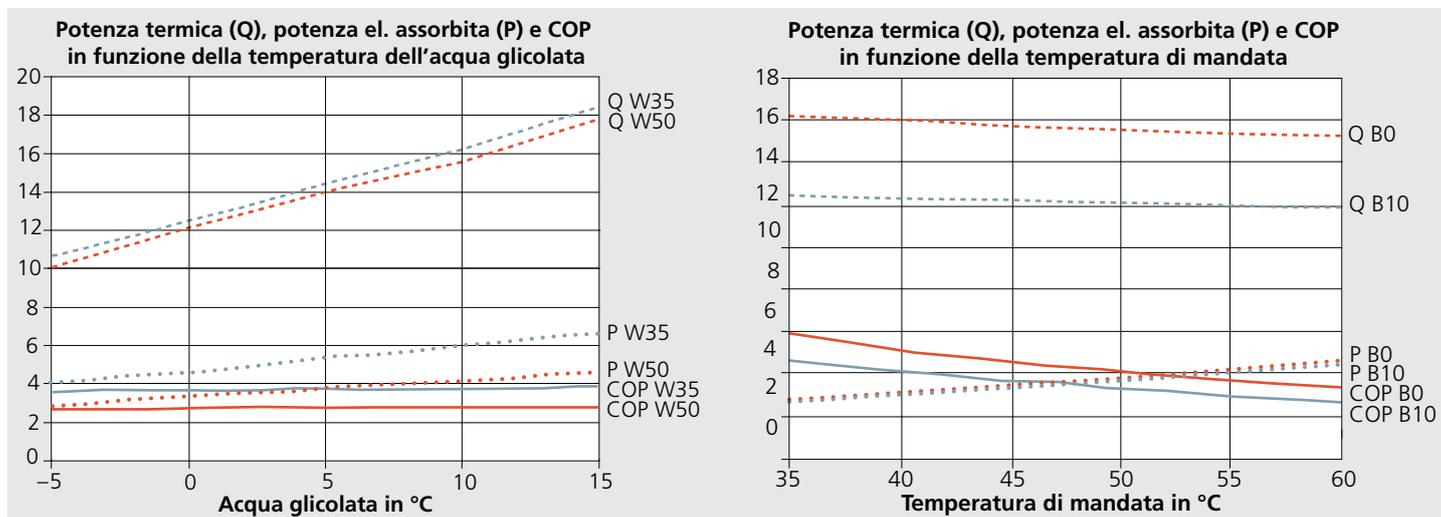
La qualità di un teleriscaldamento è determinata dalla tipologia delle fonti e dal livello di temperatura. In diverse città il teleriscaldamento proviene dalle installazioni di incenerimento dei rifiuti. Altre reti di teleriscaldamento sono alimentate da legna, calore residuo, calore proveniente da pompe di calore o da caldaie ad energia fossile. Tra queste, esistono anche reti di teleriscaldamento che distribuiscono il calore, che proviene da centrali di cogenerazione. Si tratta spesso di un mix di energia termica. In tutti i casi, deve essere possibile determinare la qualità garantita nell'offerta dal fornitore del teleriscaldamento. I concetti che impiegano il teleriscaldamento, presentano in generale un grado di tecnologia ridotto per quel che concerne la centrale di riscaldamento ubicata nell'edificio. Visto che un teleriscaldamento alimenta un grande numero di edifici, è in generale garantita una buona sicurezza di approvvigionamento. Il teleriscaldamento è dunque adatto come possibile variante di concetto per le installazioni.

### Pompe di calore

Le pompe di calore permettono di produrre del calore utile da fonti rinnovabili. L'uso delle pompe di calore è oggi molto diffuso. Esse utilizzano di norma elettricità per il loro funzionamento. La loro efficienza dipende dalla qualità delle componenti, dal livello di temperatura e dall'idoneità della fonte di calore (calore residuo, energia so-

lare, calore geotermico, aria esterna, acqua di falda). Il coefficiente di lavoro annuo (CLA) è un indicatore per valutare l'efficienza di una pompa di calore. Tale indicatore è migliore rispetto al coefficiente di prestazione misurato in determinate condizioni (nel gergo specialistico chiamato COP, «Coefficient of performance»). In termini generali, la richiesta di elettricità diminuisce al crescere della temperatura della fonte di calore e al diminuire della richiesta di temperatura del calore prodotto. Molte fonti di calore sono soggette a grandi fluttuazioni stagionali, come ad esempio l'aria esterna. Il coefficiente di prestazione, indica il rapporto tra l'energia elettrica per l'azionamento, e la produzione di calore della pompa di calore. I coefficienti di lavoro annuo tipici delle pompe di calore sono compresi tra 2,5 e 5. I valori di COP pubblicati dal fabbricante sono determinati in condizioni di laboratorio e non sono rappresentativi dell'efficienza del funzionamento reale. Il CLA prende anche in considerazione il consumo elettrico delle componenti ausiliarie, composte da pompe e ventilatori. Una pompa di calore che presenta un coefficiente di lavoro annuo (CLA) di 3,0, produce il triplo di energia termica rispetto al consumo di energia elettrica. Per un uso efficiente delle pompe di calore, il livello di temperatura della distribuzione del calore deve essere mantenuto il più basso possibile. A questo scopo sono adatti il riscaldamento a pavimento, i radiatori o i convettori opportunamente dimensionati.

*Figura 12.3: Potenza termica Q, potenza elettrica P e coefficiente di prestazione COP di una pompa di calore ad acqua glicolata-acqua in funzione della temperatura dell'acqua glicolata per una temperatura di mandata di 35°C o 50°C. (a sinistra). A destra: Medesima rappresentazione per una temperatura dell'acqua glicolata di 0°C o 10°C. Il coefficiente di lavoro annuo CLA è definito allo stesso modo del coefficiente di prestazione annuo, con la differenza che nel calcolo si considera l'energia. Il CLA è il rapporto tra la quantità di calore emessa durante l'anno e l'energia consumata per il funzionamento della pompa di calore e dei sistemi ausiliari associati.*



■ Il risanamento dell'involucro dell'edificio riduce la richiesta di calore. In questo modo si riduce il livello di temperatura necessario per il funzionamento di un sistema di distribuzione del calore esistente. Questo effetto deve essere preso in considerazione nella valutazione del sistema di generazione di calore.

■ L'impiego di pompe di calore non ha molto senso dal punto di vista energetico se si consuma elettricità da centrali elettriche fossili (carbone, petrolio). Pertanto, per l'uso della pompa di calore, dovrebbe essere impiegata per quanto possibile, elettricità prodotta da fonti rinnovabili. La combinazione con un proprio impianto fotovoltaico, per la produzione di energia elettrica è ideale, soprattutto se l'acqua calda viene prodotta tutto l'anno con la pompa di calore.

■ Oggi l'aria ambiente è spesso utilizzata come fonte di calore in piccoli sistemi. Poiché l'efficienza è notevolmente superiore a temperature esterne calde rispetto a quelle basse, l'acqua calda dovrebbe anche essere prodotta dove possibile con la pompa di calore.

■ Le sonde geotermiche hanno un livello di temperatura più favorevole in inverno, dato dal terreno, rispetto all'aria esterna, ma anche costi di investimento notevolmente più elevati. La possibilità di installare delle sonde geotermiche deve essere chiarita con l'ufficio cantonale competente (in alcuni casi sono disponibili anche carte corrispondenti sul geoportale).

■ Le acque sotterranee sono anch'esse adatte come fonte di calore, da abbinare ad una produzione tramite pompa di calore. Gli elevati costi iniziali per le indagini idrologiche e le prove di pompaggio, fanno sì che l'utilizzo sia spesso economicamente conveniente solo per le maggiori rese di calore.

### **Collettori solari termici**

L'impiego di collettori solari dipende da un'analisi preventiva della compatibilità della superficie disponibile sulla quale si intendono installare i collettori. In particolare riguardo:

■ L'orientamento della superficie dei collettori (ca. sud-est a sud-ovest).

■ Inclinazione della superficie dei collettori (ca. 25° fino a 40°).

■ Diagramma delle ombre (orizzonte libero) sul sito d'installazione (schema diurno del sole in estate, in inverno e nelle mezze stagioni).

■ Ombre proprie nel campo dei collettori solari create dalle superficie degli stessi collettori durante tutto l'anno (densità d'installazione, inclinazione).

Se le superfici sono appropriate è necessario in seguito definire il dimensionamento dell'installazione. È importante in questo caso determinare a quale livello di temperatura deve essere prodotto il calore nel campo dei collettori solari. Questo risultato è determinato dal produttore di calore nel quale è integrata l'installazione dei collettori. Più la temperatura di funzionamento media dei collettori è elevata (valore medio tra la temperatura di mandata e quella di ritorno misurata sul pannello), minore sarà il rendimento dei collettori. Per temperature superiori a ca. 50–60°C vengono utilizzati di regola dei collettori a tubi sotto vuoto e in particolare dei collettori piani. I collettori sono di regola utilizzati a completamento della produzione di calore convenzionale, fatta eccezione per la produzione di acqua calda sanitaria. È in estate che i collettori solari producono la più grande quantità di energia termica, mentre in pieno inverno essi producono poca energia. Sul piano economico è interessante dimensionare il campo di collettori in maniera tale da non produrre troppo calore in eccesso d'estate. In pratica, una copertura solare di circa il 50% (rispetto alla quota del fabbisogno energetico annuale, ad esempio a copertura del riscaldamento dell'acqua) si è dimostrata un valore di riferimento equilibrato per le prime fasi di progettazione di un concetto energetico. Sono disponibili strumenti adeguati per il calcolo approssimativo degli impianti solari termici in fase di progettazione (ad es. [www.svizzeraenergia.ch/tools/calcolatore-solare](http://www.svizzeraenergia.ch/tools/calcolatore-solare)). In un concetto con pompa di calore, spesso ha più senso ed è più economico riscaldare l'acqua calda con la pompa di calore e generare elettricità con un impianto fotovoltaico.

### Electricità da fonti rinnovabili (corrente ecologica)

La corrente ecologica è offerta dalla maggior parte delle aziende elettriche. Sono popolari anche le forme miste, in cui solo una parte è rinnovabile. L'offerta è molto diversificata e permette di includere o escludere in modo differenziato l'elettricità proveniente da determinate tecniche di produzione. Esistono oggi sul mercato delle offerte per alcuni tipi di corrente ecologica certificata (ad es. Nature Made Star). In questo modo un edificio può oggi funzionare esclusivamente con elettricità prodotta da energie rinnovabili, come le centrali solari, eoliche o idroelettriche. La decisione di utilizzare questo tipo di corrente spetta esclusivamente all'utente dell'edificio. È chiaro che con la sua scelta, egli influenza considerevolmente il bilancio globale di CO<sub>2</sub> dell'edificio, come anche i costi di esercizio. Quando all'inizio di un progetto di rinnovo vengono fissati gli obiettivi energetici ed ecologici da raggiungere in accordo con il committente, l'acquisto di corrente ecologica costituisce unicamente un contributo supplementare. I progettisti devono ottimizzare l'edificio e i differenti impianti per rispettare gli obiettivi convenuti. In altri termini, la corrente ecologica (come anche il biogas) sono dei contributi ecologici importanti, che influenzano fortemente il bilancio globale CO<sub>2</sub> di un edificio, ma non rappresentano in ogni caso delle misure di riduzione del fabbisogno energetico o di incremento dell'efficienza energetica degli impianti.

### Fotovoltaico

Per gli impianti fotovoltaici (installazioni PV) è necessario verificare sin dall'inizio, come nel caso dei collettori solari, la compatibilità della superficie d'installazione disponibile. La forte diminuzione del costo dei moduli fotovoltaici, ha portato al fatto che oggi non vengono utilizzati solo tetti con orientamento a sud, ma volutamente più tetti con orientamento est-ovest. La combinazione di superfici fotovoltaiche orientate ad est e ad ovest, consente di ottenere un rendimento più costante durante il giorno e quindi un maggiore consumo di energia elettrica. Sono disponibili strumenti

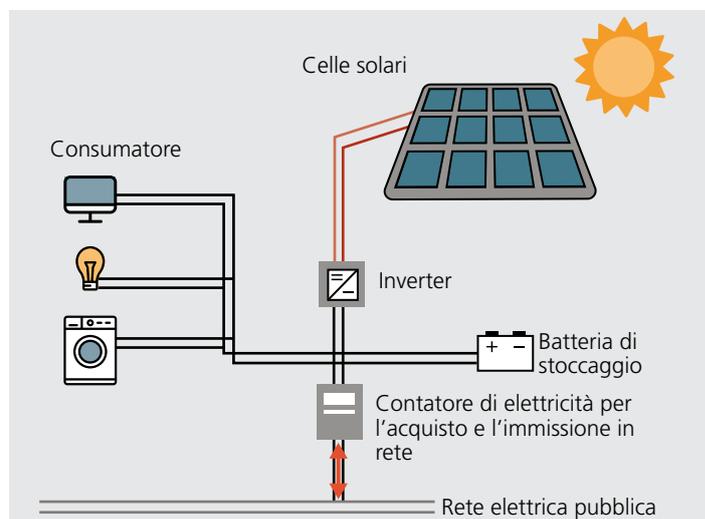
adeguati per il calcolo approssimativo di un impianto PV in fase di progettazione (ad es. [www.svizzeraenergia.ch/tools/calcolatore-solare](http://www.svizzeraenergia.ch/tools/calcolatore-solare)).

Negli ultimi anni i prezzi dell'energia elettrica immessa in rete hanno subito un forte calo, mentre i prezzi dell'energia elettrica prelevata dalla rete sono aumentati. Inoltre, i moduli PV sono più economici rispetto al passato e ci sono ancora sussidi per i nuovi impianti (pagamento una tantum della remunerazione a copertura dei costi per l'immissione in rete di energia elettrica, RIC). Per i piccoli consumatori, la produzione di energia elettrica propria con un impianto fotovoltaico è quindi oggi economica. Tuttavia, l'immissione di energia elettrica nella rete è spesso meno conveniente (nota: le tariffe di ripresa della corrente variano molto tra le singole aziende elettriche, quindi conviene chiedere i prezzi al momento della valutazione del concetto).

Una volta determinata l'idoneità del sito di installazione, la progettazione dell'impianto PV è principalmente una questione di possibile autoconsumo di energia. Oggi sono disponibili strumenti per il calcolo (ad es. lo strumento «PVopti» di Minergie). Se la domanda di elettricità non è influenzata in modo rilevante dai rinnovi (ad esempio utilizzo di apparecchi di illuminazione a LED), può essere utile anche misurare la domanda effettiva come base per ottimizzare la propria elettricità.

Poiché le celle PV producono solo corrente continua, l'energia elettrica generata deve

**Figura 12.4:**  
*Principio di funzionamento di un sistema fotovoltaico con batteria di stoccaggio.*



essere convertita in corrente alternata per essere fornita alla rete. Questi convertitori (inverter) sono di solito installati vicino ai campi fotovoltaici. Gli inverter emettono calore e le ventole sono udibili. Questo deve essere tenuto in considerazione al momento del loro collocamento. Poiché la conversione è sempre associata a perdite, l'efficienza complessiva di un impianto PV, inclusi i relativi inverter, deve sempre essere presa in considerazione.

Lo stoccaggio dell'energia tramite batterie può essere utilizzato per ottimizzare l'autoconsumo di energia elettrica. I costi di questi sistemi di stoccaggio tendono a diminuire. Per questo motivo, l'utilizzo di un sistema di stoccaggio dell'energia elettrica dovrebbe essere preso in considerazione, anche in futuro per ottimizzare l'autoconsumo di energia da fotovoltaico.

Oggi è possibile implementare una «comunità di autoconsumo» (Comunità) per ottimizzare l'autoconsumo di energia elettrica per case plurifamiliari o uffici, comprese case a schiera o proprietà adiacenti (vedi anche «Linee guida per l'autoconsumo» o «Autoconsumo di energia elettrica solare»). Il presupposto è che i consumatori (appartamenti, case) siano tutti collegati alla stessa immissione in rete. La fatturazione della società elettrica è eseguita a partire da un contatore che considera i consumi dell'intero immobile (o l'intera Comunità). La distribuzione dei costi ai singoli appartamenti viene poi effettuata internamente con contatori privati. Ci sono già aziende elettriche

che offrono anche questa fatturazione interna come servizio.

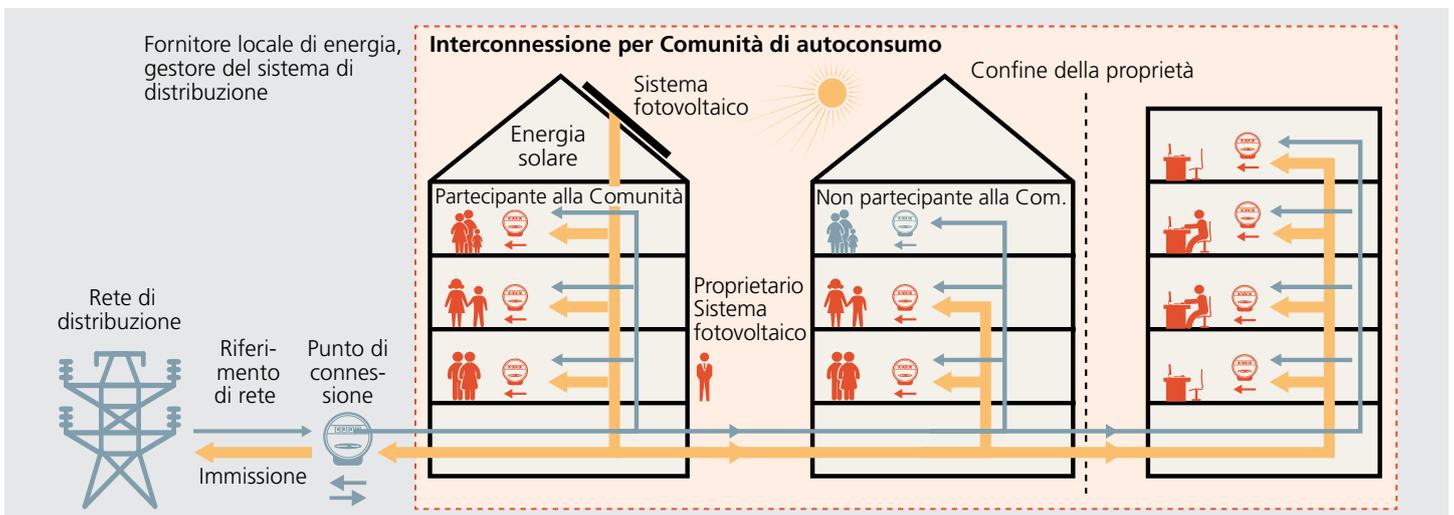
### Unità di cogenerazione

Le centrali di cogenerazione di energia elettrica e termica consistono di solito in un motore a (bio-)gas, che aziona un generatore per produrre energia elettrica. Il calore residuo del motore o dei gas di scarico viene recuperato ed è disponibile per l'utilizzo in sistemi di distribuzione del calore. È stato dimostrato, che le unità di cogenerazione devono essere progettate in modo tale che l'elettricità prodotta e il calore disperso, possano essere utilizzati nel modo più completo possibile per almeno 4000 ore di funzionamento annuali. Le unità di cogenerazione sono quindi generalmente utilizzate per coprire un carico di banda, e quindi non per coprire la domanda totale di un edificio più grande. Con queste condizioni quadro, l'equilibrio complessivo di un edificio può essere influenzato positivamente con un impianto di cogenerazione.

### Pila a combustibile

Le pile a combustibile convertono l'idrogeno in elettricità, calore, ossigeno e acqua senza produrre ossidi di azoto. L'applicazione di questa tecnologia nell'ambiente domestico non è ancora progredita, se non su piccola scala. L'obiettivo è quello di produrre una cella a combustibile di lunga durata in cui il gas naturale o il biogas possano essere utilizzati come fonte di energia.

**Figura 12.5:**  
Sistema di funzionamento di comunità autoconsumo.  
(Fonte: Faktor Verlag)



## 12.5 Scelta del sistema: procedura

**Scelta e configurazione del sistema in funzione dell'obiettivo:** la scelta di un sistema e la sua configurazione in funzione dell'obiettivo presuppone una considerazione globale. La procedura si sviluppa in nove punti.

### Procedura

#### 1 Condizioni quadro

#### 2 Spazio di manovra nella definizione degli obiettivi

#### 3 Effetto delle varianti del sistema sull'obiettivo

#### 4 Indici come strumenti di decisione

#### 5 Il sistema edificio – lo sconosciuto

#### 6 Le fasi trascurate della calibrazione, dell'adattamento e dell'ottimizzazione

#### 7 Monitoraggio del comportamento dell'installazione

#### 8 Estate e inverno – due fasi separate

#### 9 Confronto regolare tra situazione attuale e prevista

### 1. Condizioni quadro

Ogni edificio è sottomesso a numerose condizioni di base e obblighi materiali, che restringono il grado di libertà nelle scelte dei sistemi, come ad esempio:

- Requisiti ufficiali, requisiti della legge sull'energia (o dell'ordinanza sull'energia), ecc. vedi capitolo 12.1 «Requisiti legali».
- Infrastrutture non disponibili, come la rete del gas o di teleriscaldamento.
- Acqua di falda assente o non utilizzabile (zone di protezione).
- Impossibilità di usare sonde geotermiche (zone di protezione).
- Rischi di opposizione al progetto di costruzione.

È necessario stimare, nel modo più realistico possibile, quello che deve essere escluso nella scelta del sistema sul sito della costruzione. Bisogna inoltre riflettere sulle varianti che rischierebbero di non poter essere realizzate, o di non poter essere eseguite, nella forma desiderata per determinate condizioni di progetto.

### 2. Spazio di manovra nella definizione degli obiettivi

Un obiettivo formulato con precisione, lascia solitamente al team di progettazione, il maggior margine di manovra possibile nella scelta del sistema. Tuttavia, la strategia alla base dell'obiettivo fornirà una chiara direzione per la scelta del sistema. Se, ad esempio, viene specificato un valore limite di CO<sub>2</sub>, la selezione del sistema deve esaminare quali varianti di sistema possono essere utilizzate per rispettare questo valore limite.

### 3. Effetto delle varianti del sistema sull'obiettivo

Una volta definite le possibili varianti del sistema, è raccomandato realizzare una tabella di calcolo, che permetta di determinare il bilancio globale dell'edificio, integrando tutti i sistemi. I parametri delle varianti devono allora poter essere inseriti individualmente come variabili. Questo permette di capire l'effetto delle varianti nella scelta del sistema generale dell'edificio e determinare il bilancio globale che ne risulta.

### 4. Indici come strumenti di decisione

Gli indici rappresentano un aiuto particolare nella scelta di una variante di sistema. Tali indici si riferiscono ad un bilancio globale o a dei criteri individuali. Gli indici tradizionali sono l'indice energetico (MJ/m<sup>2</sup>a), il bilancio globale di CO<sub>2</sub> (t/CO<sub>2</sub>/an), l'impatto ambientale (PIA/a), il costo di esercizio annuo (Fr./m<sup>2</sup>a A<sub>E</sub>), il costo per tonnellata di CO<sub>2</sub> risparmiata sulla durata di vita o sul periodo di calcolo definito, ad esempio in funzione degli obiettivi del progetto (Fr./t CO<sub>2</sub>).

### 5. Il sistema edificio – lo sconosciuto

Anche attraverso un bilancio globale di un edificio realizzato ed eseguito in modo accurato, è possibile constatare, dopo la sua entrata in funzione, una divergenza tra i primi valori effettivi e quelli progettati. Queste differenze e le relative cause devono essere studiate e ricercate nell'ambito della finalizzazione del progetto. Per questo motivo, nella fase preliminare, i si-

stemi devono essere sorvegliati e le relative osservazioni ottimizzate correttamente. Si nota che l'edificio presenta ben presto delle particolarità specifiche che si traducono nella sua firma energetica. È tuttavia evidente che l'utente dell'edificio esercita un'influenza essenziale nell'utilizzo delle installazioni e in fin dei conti sul fabbisogno energetico. L'essenziale è di raggiungere un funzionamento ottimale e conforme ai bisogni, tramite una regolazione accurata e delle correzioni puntuali.

#### **6. Le fasi trascurate della calibrazione, dell'adattamento e dell'ottimizzazione**

Nelle installazioni tecniche e in particolare nei sistemi grandi e complessi, l'importanza della loro calibrazione, adattamento e ottimizzazione è spesso sottostimata. Sovente, questa mancanza risulta da scarse risorse finanziarie disponibili alla fine del progetto, non sufficienti per una grossa spesa. Tuttavia, la calibrazione, l'adattamento e l'ottimizzazione di un'installazione sono importanti quanto lo sviluppo del concetto dell'installazione stessa. Per questo è necessario pianificare sin dall'inizio, del tempo e delle risorse finanziarie necessarie all'esecuzione di questa fase. È essenziale spiegare al committente l'importanza di questa fase e di regolare con lui l'obiettivo e la messa in opera nel dettaglio.

#### **7. Monitoraggio del comportamento dell'installazione**

Le misure e il monitoraggio sono alla base di tutte le valutazioni del funzionamento, del comando e del comportamento della regolazione. Nelle grandi installazioni si dispone in generale di un sistema di automazione degli edifici. Se la fase di calibrazione, adattamento e ottimizzazione è pianificata in anticipo, è possibile considerare questi aspetti sin dall'inizio durante il dimensionamento dell'installazione. Il concetto di misura che ne risulta è così orientato verso l'obiettivo. È opportuno sorvegliare attivamente dall'inizio la messa in opera del sistema di monitoraggio e di mettere a disposizione degli specialisti i risultati.

#### **8. Estate e inverno – due fasi separate**

Estate e inverno sono due fasi separate, che pongono esigenze differenti sollecitando in modo diverso il sistema. La calibrazione, così come l'adattamento e l'ottimizzazione, possono essere spesso realizzate unicamente in due fasi. Tuttavia, i periodi delicati non sono il pieno inverno o la piena estate, ma i rispettivi periodi di transizione, in primavera ed in autunno. Sul piano del bilancio globale dell'edificio, questi aspetti giocano un ruolo molto importante. La pianificazione della calibrazione, dell'adattamento e dell'ottimizzazione devono quindi considerare tutte e quattro le stagioni.

#### **9. Confronto regolare tra situazione attuale e prevista**

Per poter valutare un concetto energetico o un'installazione, il progettista così come il committente, effettuano un confronto tra i valori reali raccolti e i valori di consegna, conformemente all'obiettivo fissato. Spesso si rappresenta questo confronto con l'aiuto di indici e grafici. La questione centrale è quella di precisare la frequenza di esecuzione di questo confronto. È raccomandato eseguire un bilancio mensile o trimestrale dopo la messa in servizio. Con il passare del tempo potrà essere sufficiente un bilancio semestrale.

## Spazi esterni

### **Maurus Schifferli** **Percezione modificata del paesaggio**

In Europa centrale non esiste più un paesaggio completamente naturale. Oggi il paesaggio deve essere trattato come un'entità culturale, perché tutte le zone, a prescindere dalla loro forma, sono state modificate e rimodellate dall'uomo nel corso della storia. La struttura agricola diventa l'espressione delle differenti attività umane associate ai fattori naturali. In quest'ottica la città può anche essere interpretata come un paesaggio culturale.

La differenza tra la città e il paesaggio naturale si sta sempre più dissolvendo. Il paesaggio naturale e la città diventano un tutt'uno e si pongono mutualmente delle esigenze. Ne risulta una relazione reciproca di penetrazione e di dipendenza, nella quale le definizioni univoche scompaiono a favore della codificazione multipla e della creazione di forme ibride. Non è la città che si espande nel paesaggio naturale, ma il paesaggio urbano che cambia. Il paesaggio naturale non è inteso né come un contrasto con le aree edificate, né come un modello tradizionale, ma come una componente elementare di una struttura di base ibrida, la cui forma è in costante mutamento attraverso un uso attivo e un'appropriazione sempre mutevole. Gli sviluppi futuri devono considerare la città come paesaggio naturale, come infrastruttura, come architettura, il cui criterio intellettuale è il ritorno alla costruzione della città e del paesaggio naturale sul lungo termine.

### **Gestione sostenibile delle risorse geomorfologiche**

Il nostro sistema di economia di mercato provoca una crescita e quindi un aumento dello sfruttamento del suolo. In futuro il suolo sarà sempre maggiormente utilizzato e costruito. Non è possibile proporre una strategia sostenibile che preveda una crescita zero dello sfruttamento del suolo. Tuttavia, l'obiettivo deve essere quello di regolare lo sfruttamento del suolo e di ri-

duerne la crescita. Ciò richiede una moderata «densificazione» edilizia delle città. Il confine delle città deve essere precisamente definito, in modo che la crescita del tessuto urbano delle città si sviluppi verso l'interno. Le zone industriali e commerciali sono in particolare destinate ad un riutilizzo ad alta densità. In primo luogo, non si deve sostenere lo sfruttamento supplementare del suolo. Gli incentivi per l'impiego di energia rinnovabile in relazione ai nuovi edifici, dovrebbero essere attivati principalmente per i progetti di edilizia collettiva, e non per le abitazioni individuali. Con l'aumento dello sfruttamento del suolo, i giardini e i parchi nelle città saranno maggiormente sotto pressione: oltre al loro valore di nicchia ecologica, essi hanno anche un alto valore culturale e sociale, che di solito si è incrementato nel corso di decenni. Vale la stessa cosa per le grandi opere, che in particolare nel 1920, testimoniavano competenze artigianali di alta qualità e di grande diversità di stile, e che oggi hanno un valore quasi inestimabile.

In futuro ci sarà sempre meno suolo a disposizione. Questo aumento nello sfruttamento del suolo sarà accompagnato da un aumento delle esigenze nei confronti degli spazi verdi. Rispettare le esigenze, svilupparle e rispondere precisamente ai bisogni più diversificati, richiede una forte dose di conoscenze tecniche, che puntino a preservare sul lungo termine le risorse del suolo e dell'acqua, così come i nostri spazi verdi.

### **Orientamento verso il futuro clima urbano**

Con il previsto aumento delle temperature e il drastico aumento dei giorni di caldo, dovremo affrontare un profondo cambiamento delle condizioni ambientali. I corpi urbani densamente popolati e le grandi aree infrastrutturali sono già isole di calore urbano e sono colpiti in modo sproporzionato dai cambiamenti climatici. Con il continuo sviluppo degli edifici, lo stress da

calore bioclimatico arriverà a livelli drammatici. Uno studio pubblicato nel 2017 dall'Istituto svizzero di medicina tropicale e salute pubblica, ha utilizzato i dati di otto città svizzere per dimostrare che, al di sopra dei 30°C, il rischio di mortalità aumenta notevolmente ad ogni grado, colpendo in particolare gli anziani, i giovanissimi e i malati. Per contrastare questi fatti, è necessario un cambiamento di paradigma verso le questioni climatiche ed ecologiche nella progettazione urbana e degli spazi aperti. Per tutte le future aree di densificazione e di sostituzione, devono essere preparate analisi specifiche del sito, in modo che le importanti aree di produzione delle masse d'aria fredda e dei corridoi di trasporto, possano essere messe al servizio dell'intera struttura urbana. In casi estremi si dovrebbe addirittura evitare una densificazione.

La città deve essere in grado di soddisfare principalmente due importanti requisiti in materia di resilienza climatica. Il corpo urbano deve essere in grado di riscaldarsi in modo che le masse d'aria infiltrate e contaminate possano sollevarsi, essere trasportate e rigenerate nel paesaggio. All'interno del tessuto urbano, le masse d'aria fresca devono poter essere prodotte e trasportate all'interno dei quartieri e degli spazi stradali.

Con le seguenti premesse di miglioramento del clima, i progetti contribuiscono alla protezione sostenibile dei nostri mezzi di sussistenza:

- Progettare e realizzare spazi urbani con biomassa per ridurre al minimo l'insolazione e produrre masse d'aria fredda (evaporazione attiva).
- Attivazione della massa del suolo come serbatoio di umidità e di freddo.
- Minimizzare l'ermeticità degli edifici.
- Favorire il processo di convezione (le masse d'aria calda sono arricchite di umidità in modo da essere trasportate verticalmente e fare in modo che l'aria più fredda possa fluire all'interno).
- Garantire corridoi d'aria per il raffreddamento notturno (ad es. riduzione delle notti tropicali).

### Ville Verte – studio approfondito Città Giardino 2040, Zurigo

Un'ombreggiatura continua degli spazi stradali con specie arboree resistenti al clima, evita l'accumulo di calore nei volumi degli edifici e riduce le notti tropicali. Un'ulteriore prevenzione del calore di accumulo può essere ottenuta con tetti sempre verdi. Inoltre, lo spazio stradale è raffreddato dall'evaporazione attiva degli alberi. La massa del suolo si attiva per immagazzinare l'umidità raccogliendo e immagazzinando l'acqua del tetto e l'acqua non inquinata della strada nel suolo. La sigillatura delle superfici nello spazio stradale è ridotta al minimo necessario. L'acqua contaminata dal sale stradale viene raccolta e scaricata separatamente nelle tubazioni dell'impianto. La perdita di acqua meteorica dovuta allo scarico incontrollato in bacini di ghiaia, viene evitata convogliandola tramite drenaggio in condotte di servizio. È incoraggiata la messa in comune di acqua meteorica pubblica e privata in infrastrutture condivise.

La massimizzazione della biomassa nell'area urbana, fornisce il raffreddamento con la sua capacità evaporativa e supporta la convezione (le masse d'aria calda sono arricchite di umidità, in modo da essere trasportate verticalmente così che l'aria più fredda possa fluire all'interno). Inoltre, la produzione di masse d'aria fredda può essere ulteriormente stimolata attraverso la promozione selettiva di ulteriori spazi verdi collegati, come parchi in miniatura e comunità di cortile privato; questi sostengono il raffreddamento notturno e la convezione.

**Cliente:** Ufficio per lo sviluppo urbano della città di Zurigo

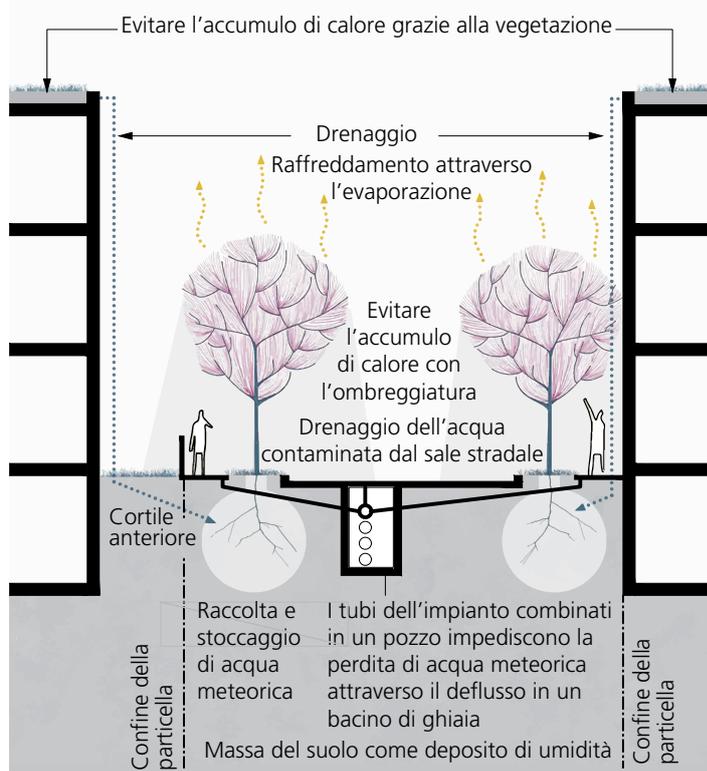
**Architettura:** Edelaar Mosayebi Inderbitzin Architekten AG, Zurigo

**Architettura del paesaggio:** Maurus Schifferli, architetto del paesaggio, Berna (ex 4d AG)

**Studio:** 2019



**Figura 13.1:**  
Messico, Avenida Amsterdam – spazio stradale immerso nel verde (in alto); Amburgo, insediamento Falkenried, Löwenstrasse – sovrapposizione di utilizzi diversi; interventi nella sezione trasversale della strada (in basso). (Immagini: Maurus Schifferli)



### Passeggiata sul canale, Interlaken (area dell'ex macello)

L'insieme della zona edificata è completamente interrata, dotata di un parcheggio sotterraneo. Il compito consiste nel convogliare tutta l'acqua piovana in zone di infiltrazione presenti sulla particella evitando il deflusso verso le canalizzazioni o verso un corso d'acqua. L'acqua del tetto è stoccata in uno strato della copertura, realizzata in maniera estensiva, prima di essere convogliata per diffusione tramite condotte in un bacino filtrante di contenimento e di confluire in un nuovo elemento di stoccaggio intermedio. Delle piante speciali come giunchi (*Juncus*) ed erba palustre (*Molinia*), che sopportano un alto grado di siccità, permettono di far evaporare l'acqua piovana che si accumula.

**Committente:** Baugesellschaft Kanalpromenade, Interlaken

**Architetto:** L2A Lengacher Althaus AG, Unterseen

**Architetto paesaggista:** Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt, Berna (ex 4d AG)

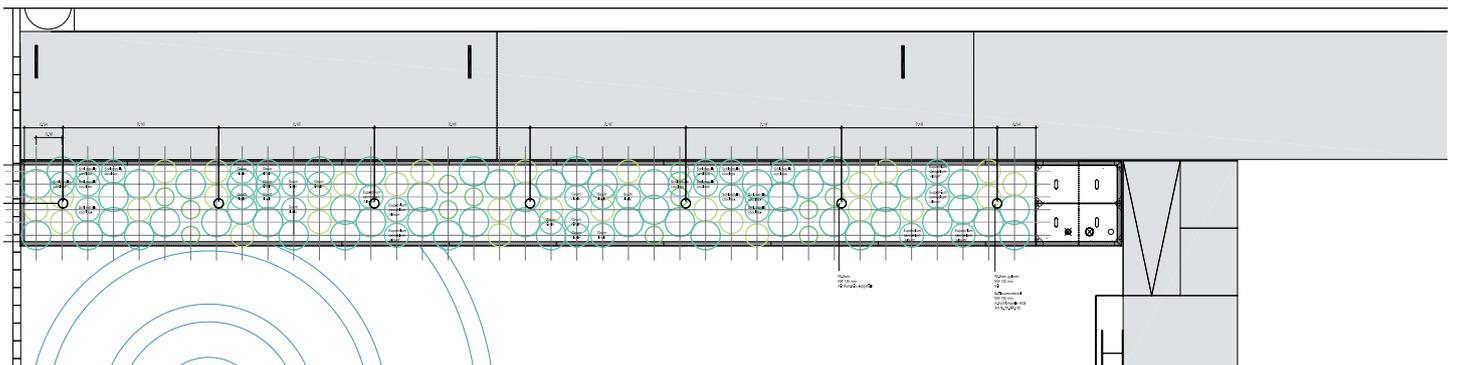
**Concorso:** 2001

**Progettazione e realizzazione:** dal 2001 al 2004



*Figura 13.2:*  
Bacino di filtraggio  
e d'accumulo. (Foto:  
Milo Keller, Paris)

*Figura 13.3:*  
Sezione schematica  
(Plan: Maurus  
Schifferli, Land-  
schaftsarchitekt)



### Piazza della stazione, Büren an der Aare

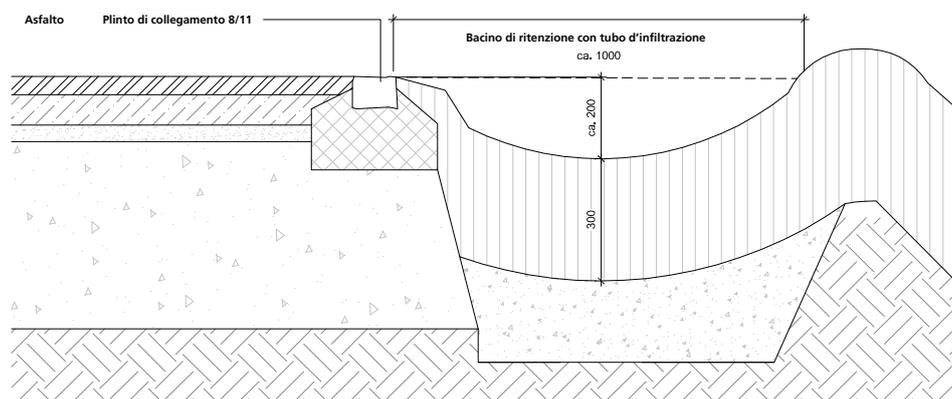
L'idea di partenza consisteva nello sviluppo di un progetto economico, sia in termini di realizzazione che in termini d'utilizzo. L'acqua piovana proveniente dal tetto e dalle pavimentazioni, sono collegate e convogliate per infiltrazione lineare nel terreno, malgrado la presenza di un sottosuolo parzialmente contaminato. Dei bacini di contenimento riempiti con erba palustre (Molinia) e delle talee di salice (Salix) permettono di far evaporare una gran parte dell'acqua di superficie. La quantità di acqua residua è purificata e si infila in maniera diffusa nel terreno. I salici sviluppano un fogliame verde che creerà presto delle zone d'ombra, migliorando il confort degli occupanti delle automobili parcheggiate.

**Committente:** FFS SA, Comune di Büren an der Aare

**Architetto:** L2A Lengacher Althaus AG

**Architetto paesaggista:** Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt, Berna (ex 4d AG)

**Progettazione e realizzazione:** dal 2006 al 2009



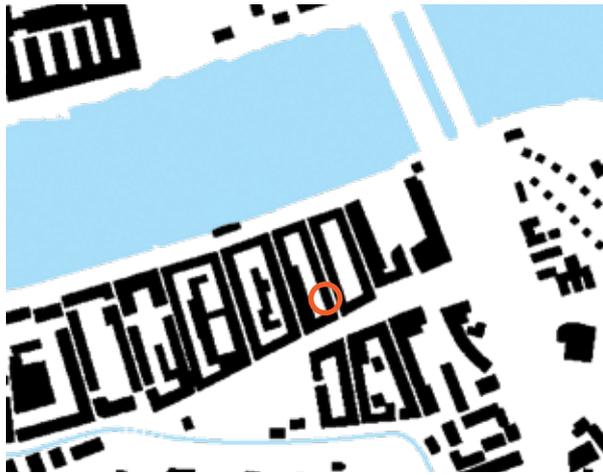
**Figura 13.4:**  
Strati di accumulo  
(Foto: Alexander Gempeler, Berna)

**Figura 13.5:**  
Sezione schematica  
(Plan: Maurus Schifferli, Landschaftsarchitekt)



## Esempi

<b>Violanta von Gunten</b>	<b>14.1 Edificio Plurifamiliare a Basilea</b>	<b>114</b>
	Indipendenti ma integrati	
	<b>14.2 Weyergut Köniz</b>	<b>118</b>
	Unità abitative versatili	
	<b>14.3 Scuola dell'infanzia Lorraine</b>	<b>122</b>
	Creare dall'esistente	
	<b>14.4 Filanda a Freienstein</b>	<b>126</b>
	Pianta flessibile	
	<b>14.5 Casa a schiera in Birmensdorferstrasse</b>	<b>130</b>
	Rinforzo necessario	
	<b>14.6 Grattacieli Sihlweid</b>	<b>134</b>
	Rinnovati con lungimiranza	
<b>14.7 Quartiere giardino Friesenberg</b>	<b>138</b>	
Mantenere e rinnovare con equilibrio		
<b>14.8 Nucleo di Cressier</b>	<b>142</b>	
Tra similitudine e contrasto		
<b>14.9 Edificio residenziale a Losanna</b>	<b>146</b>	
Le origini rimangono visibili		
<b>14.10 Chesa Gabriel Samedan</b>	<b>150</b>	
Ricerca storica approfondita		
<b>14.11 Cortile a Cavigliano</b>	<b>154</b>	
Molteplici utilizzi		
<b>14.12 Complesso scolastico Hellmatt</b>	<b>158</b>	
Conservazione di struttura e materiali		



### 14.1 Edificio Plurifamiliare a Basilea

Con questo progetto a Basilea, la ristrutturazione di un edificio è stata sfruttata in modo esemplare per ripulire le strutture edilizie esistenti.

L'edificio fa parte di una serie di vicoli costruiti ortogonalmente rispetto al Reno tra il 1890 e il 1918. Con poche eccezioni le strutture e il tessuto edilizio originale sono ben conservati e sono parte importante dell'area protetta della città. Proprio dove l'altezza degli edifici cambia da due a tre piani, negli anni settanta era stato inserito un edificio con tetto piano che feriva l'unità della serie. La sua cicatrice è stata ora rimossa con la sopraelevazione dell'edificio tramite la conversione di un piano mansardato.

#### Indipendenti ma integrati

Le diverse altezze degli edifici, le linee dei cornicioni, i colori e qualche altra disordinata regola contribuiscono all'espressione vivace ma omogenea della strada. Stonava nella serie solo l'edificio sostitutivo costruito negli anni '70, con tetto piano e balconi a sbalzo. L'edificio disponeva di sette bilocali di piccole dimensioni e un monocale, orientati verso la strada o il cortile, con diverse qualità di luce diurna e vista. La compartimentazione obsoleta e la manutenzione trascurata fin dai tempi dell'edificazione originale, hanno permesso di realizzare una profonda ristrutturazione contemporanea, sostenibile in futuro, il cui

concetto è stato sviluppato dagli architetti Simon Schudel di Bienne e Fabian Stalder di Berna. Partendo dall'edificio esistente sono riusciti a creare un edificio dall'aspetto indipendente ma integrato con quelli adiacenti. L'aggiunta di abbaini, la ripresa della quota della gronda, la riduzione dei balconi lungo la strada a balconi francesi e la tipica delimitazione dello spazio stradale rafforzano l'integrazione tipologica dell'edificio nel contesto.

#### Moderno design d'interni

All'interno, la compartimentazione di piccole dimensioni è stata aperta per formare appartamenti di un piano con soggiorno, sala da pranzo e cucina aperti; ciascuno con due camere. Gli appartamenti beneficiano così di collegamenti diretti verso la strada residenziale e verso l'introverso cortile. I balconi sul lato del cortile, sono stati completati con delle loggie, che permettono di illuminare in profondità le stanze e ampliano lo spazio. L'appartamento mansardato all'ultimo piano si suddivide in una zona rivolta verso il cortile con ingresso, sala da pranzo, cucina e zona di lavoro ad ampie vetrate davanti ad una terrazza; mentre verso il lato della strada presenta le zone giorno e notte, illuminate con abbaini. Per non nascondere l'allineamento storico dell'edificio, esso è stato risanato energeticamente con un isolamento termico interno. Il riscaldamento a gasolio è stato sostituito da un impianto di riscaldamento a gas supportato da collettori solari. Una semplice ventilazione di confort e materiali naturali di alta qualità garantiscono un clima interno piacevole ed ecologico. L'acqua piovana è trattenuta dal tetto verde estensivo, e attraverso il sistema d'infiltrazione viene restituita al suo ciclo naturale.



Sezione tipo nuovo



Sezione tipo esistente

*Grazie al nuovo piano tetto, l'edificio risanato si integra nella serie di case (foto: Remo Zehnder)*

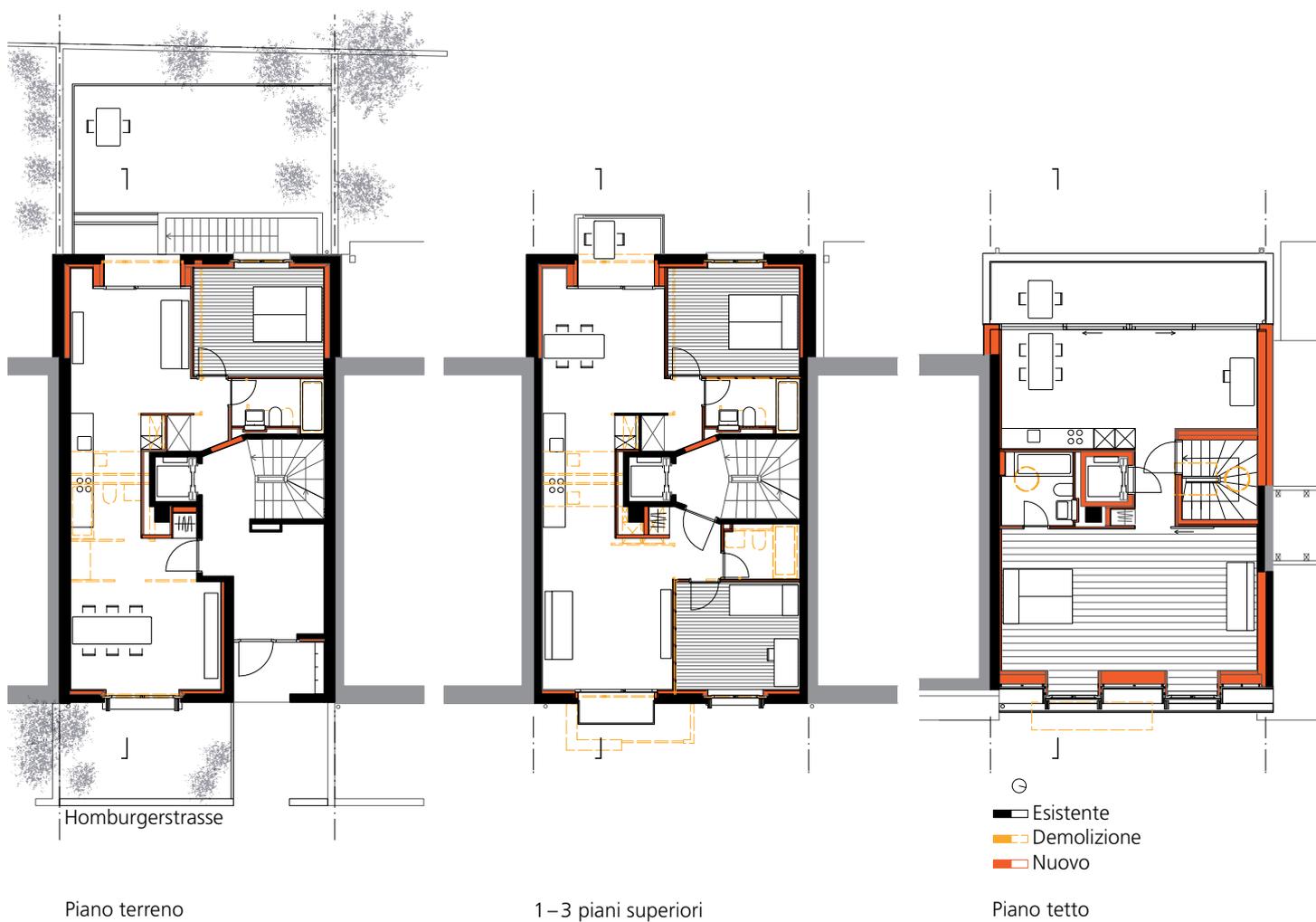


*L'edificio prima  
e dopo la ristrutturazione (foto:  
sim Architekten e  
Remo Zehnder)*





*Gli appartamenti sono diventati più chiari e grandi (foto: Remo Zehnder)*





## 14.2 Weyergut Köniz

La fattoria Weyergut si trova in una zona rurale di Köniz, vicino al fiume Aare, su un dolce pendio. La tenuta di campagna fu probabilmente costruita nel XVI secolo. Il gruppo di edifici, sotto protezione dei monumenti storici, comprende la casa del contadino, fundamentalmente modificata nel 1842, e diversi edifici come la casa padronale, l'ex casa del forno, trasformata in abitazione per gli anziani nel XIX secolo, un fienile indipendente, un pollaio, un edificio per arnie delle api e un pozzo coperto da un tiglio in una corte. La casa del contadino è rimasta vuota negli ultimi anni fino a quando un gruppo di appassionati di edilizia ha convertito parte degli edifici in spazi abitativi sostenibili. Dall'idea alla realizzazione si è sviluppato un lungo processo di pianificazione e di costruzione, che ha comportato trattative con il proprietario, l'ufficio per la protezione dei monumenti e altre autorità. La fattoria si trova in zona agricola e la conversione a spazi abitativi è stata possibile solo a severe condizioni.

### Individualità condivisa

Il cofondatore e architetto Peter Schürch con il suo studio «Halle 58 Architekten» ha sviluppato il concetto di costruzione olistico. Nella casa del contadino con fienile e granaio sono state concepite nove unità abitative di diverse dimensioni fino a tre piani. La flessibilità dello spazio disponibile con appartamenti, sala comune, fienile e una varietà di spazi comuni esterni

ed interni forma un piccolo microcosmo, che richiede l'impegno dei residenti. Altri edifici del complesso degni di essere conservati possono essere utilizzati esclusivamente come deposito o in ogni caso per l'allevamento degli animali. In questo modo, il carattere del Weyergut è stato preservato e il sito è in grado di rinascere.

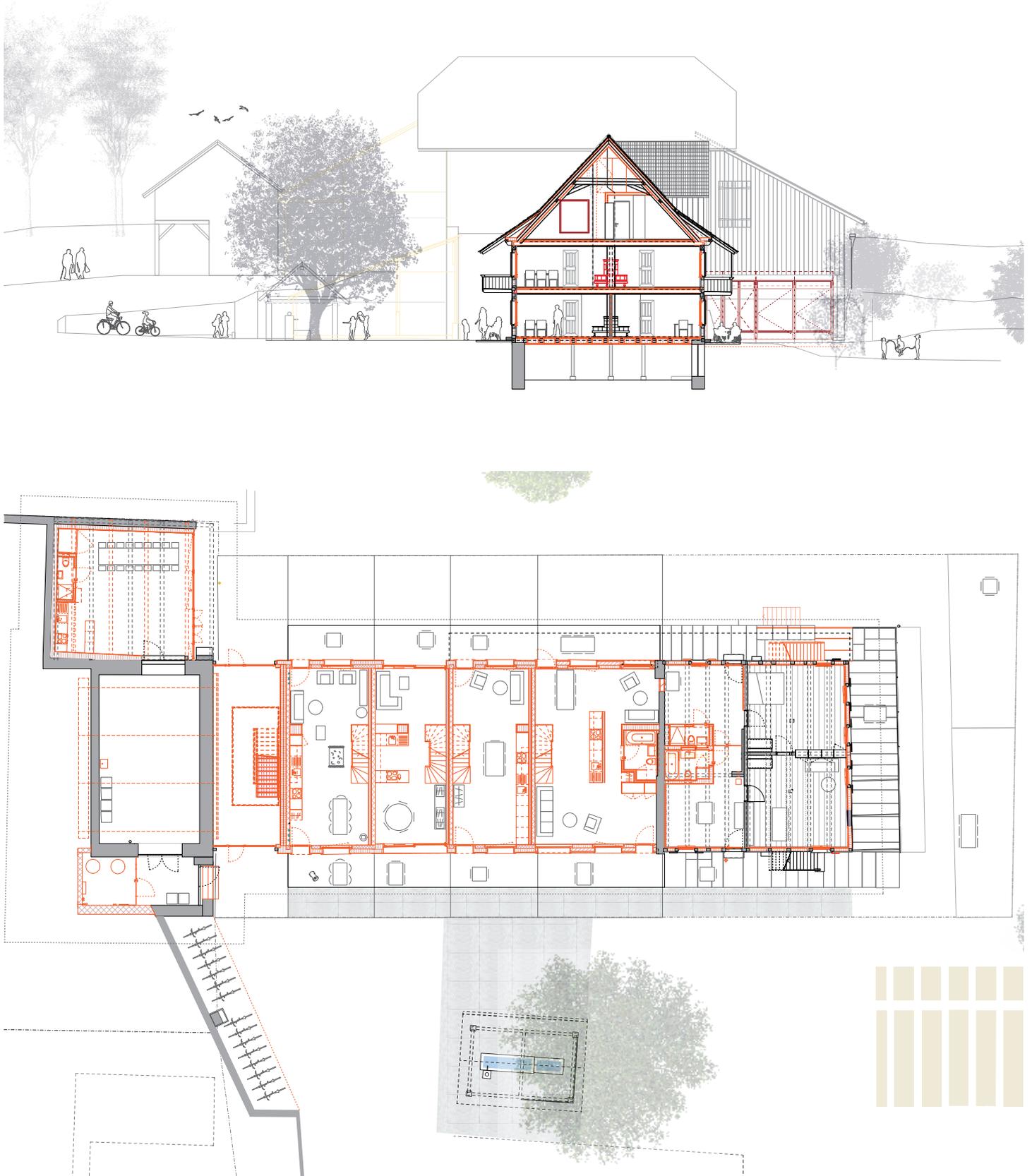
### Abitare in un monumento

La certificazione «CECE A» è stata raggiunta per l'involucro edilizio grazie a isolamenti in fibra di legno e finestre in legno altamente isolanti, mentre per gli elementi costruttivi a contatto con il terreno e gli zoccoli è stato sviluppato un concetto di compensazione. Oltre al legno massiccio e ai materiali a base di legno, anche tutti gli altri materiali da costruzione sono stati accuratamente selezionati secondo criteri ecologici e con la minore quantità di energia grigia possibile. Gli appartamenti convivono grazie alla qualità dei locali senza utilizzare materiali costosi. Il consumo energetico, notevolmente ridotto, è coperto da un impianto fotovoltaico integrato nel tetto e color terracotta e da una pompa di calore con sonda geotermica. Un impianto di ventilazione controllata con scambiatore geotermico garantisce una qualità dell'aria ottimale con un basso consumo energetico, oviando ad un sistema di riscaldamento convenzionale.

L'involucro dell'edificio esistente favorisce la biodiversità grazie ai suoi numerosi angoli, fessure e anfratti per topi, vespe, formiche e uccelli; sono inoltre state installate nuove cassette-nido per i rondoni. La sistemazione esterna è progettata con attenzione alla natura grazie ad uno stagno e ad un giardino alberato, che rafforzano la vocazione ecologica dell'ambiente. Tutti gli appartamenti hanno un accesso allo spazio esterno comune e dispongono di posti a sedere privati in giardino. Il giardino e l'ampio cortile con fontana e tiglio sono il luogo ideale per riposare, dove possono giocare e convivere bambini e adulti.



*Dopo un'intensa progettazione con molte trattative, il Weyergut è ora nuovo splendente. (foto: Christine Blaser)*



Sezione trasversale della vecchia parte abitativa e pianta piano terreno. (piani: Halle 58 Architekten GmbH)



*Sotto un imponente carpenteria: spazio di gioco per bambini unico nel suo genere. (foto: Christine Blaser)*



*Dopo essere rimasto vuoto per anni, il Weyergut offre ora moderni spazi abitativi per diverse esigenze. (foto: Christine Blaser)*



### 14.3 Scuola dell'infanzia Lorraine

Nel quartiere Lorraine di Berna, adiacente alla ferrovia e al ripido pendio sull'Aare, si trovano un gruppo di semplici case operaie costruite da falegnami intorno al 1870. La città ha utilizzato gli edifici come asilo nido e scuola dell'infanzia per diversi decenni. La casa in Lorrainestrasse 41, originariamente una casa operaia appartenente a un mastro falegname, ha dovuto essere chiusa dopo l'allagamento del 2009. La città ha in seguito promosso un concorso di progettazione con prequalifica, lasciando aperta la possibilità di conservare o meno gli edifici esistenti.

#### Creare dall'esistente

Gli architetti Freiluft, in collaborazione con Feissli Gerber Lieberdörfer, sono stati l'unico gruppo concorrente a proporre la conservazione e la ristrutturazione dei due fatiscenti edifici. Sono riusciti a convincere la giuria dell'idea di rispettare gli edifici esistenti, ristrutturandoli e ampliandoli. Gli architetti hanno riconosciuto la qualità delle strutture esistenti, dense, piccole e affascinanti che un nuovo edificio secondo loro non avrebbe potuto permettersi. Nell'edificio più grande c'è spazio per un gruppo di infanti e bambini mentre in quello più piccolo per un gruppo di giovani. È stata una fortunata coincidenza che la destinazione prevista degli spazi e le strutture esistenti si siano adattate così bene, in questo modo è stato possibile

preservare il carattere originale degli edifici e dell'ambiente circostante.

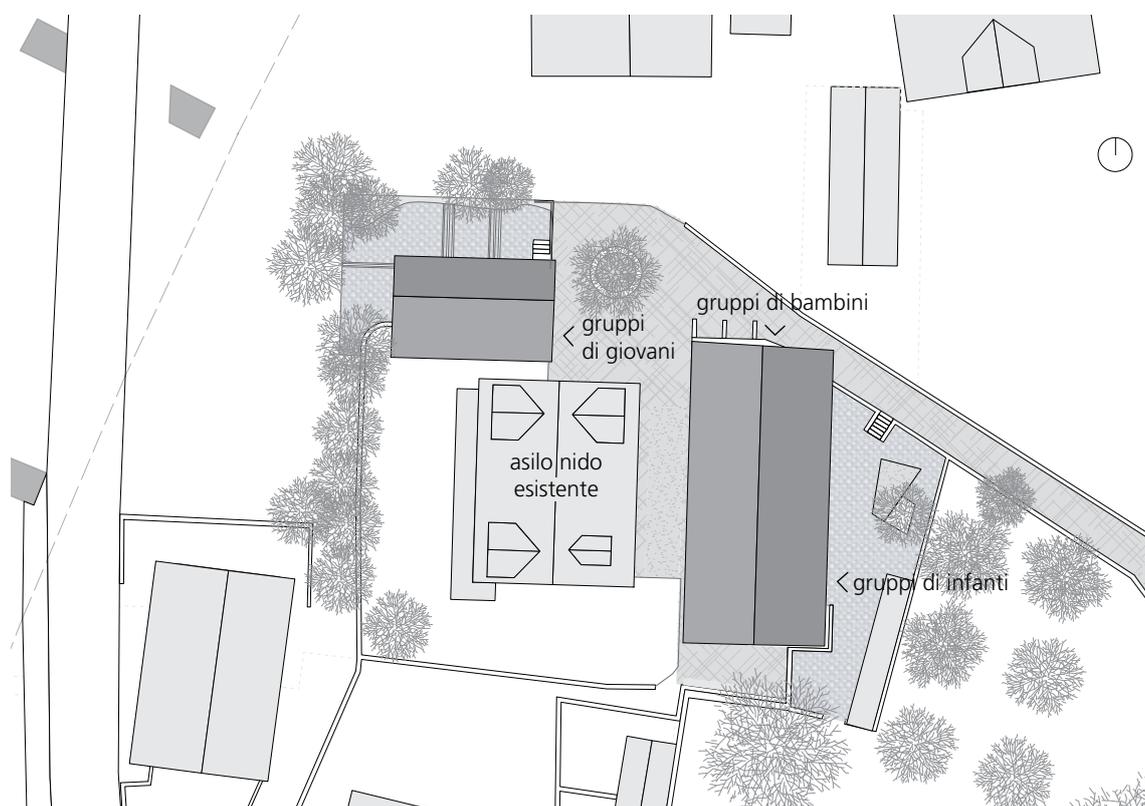
#### Gli edifici determinano il percorso di risanamento

I lavori di demolizione sono diventati una caccia al tesoro, nel corso dei quali, sotto ai vari strati di pavimentazione sono venuti alla luce elaborati pannelli e pavimenti in parquet ben conservati. Purtroppo, però, è anche emerso che la struttura edilizia era in parte molto debole: per il nuovo uso il pavimento dell'officina ha dovuto essere rinnovato ed è stata rifatta completamente la finitura interna in legno di abete. I pavimenti e le pareti sono stati progettati quali elementi a supporto della statica, a soddisfazione dei requisiti di resistenza sismica.

Per migliorare l'acustica della stanza i tecnici hanno installato a soffitto dei piacevoli elementi perforati, con isolamento acustico nascosto sul retro. Le intercapedini sono state riempite con fiocato di cellulosa termoisolante. La facciata è stata liberata dal rivestimento di eternit beige e ora ha un nuovo rivestimento in scandole di legno. Il risultato della ristrutturazione dimostra che è stata realizzata con molta passione e anche se è stato necessario sostituire e rifare molte cose, i bambini possono aspettarsi un centro idilliaco e unico nel suo genere.



*Ai tempi case operaie e oggi idilliache scuole per l'infanzia nel quartiere Lorraine di Berna.  
(foto: David Aebi)*

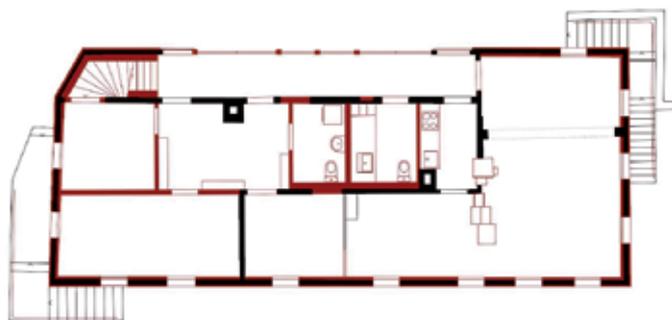




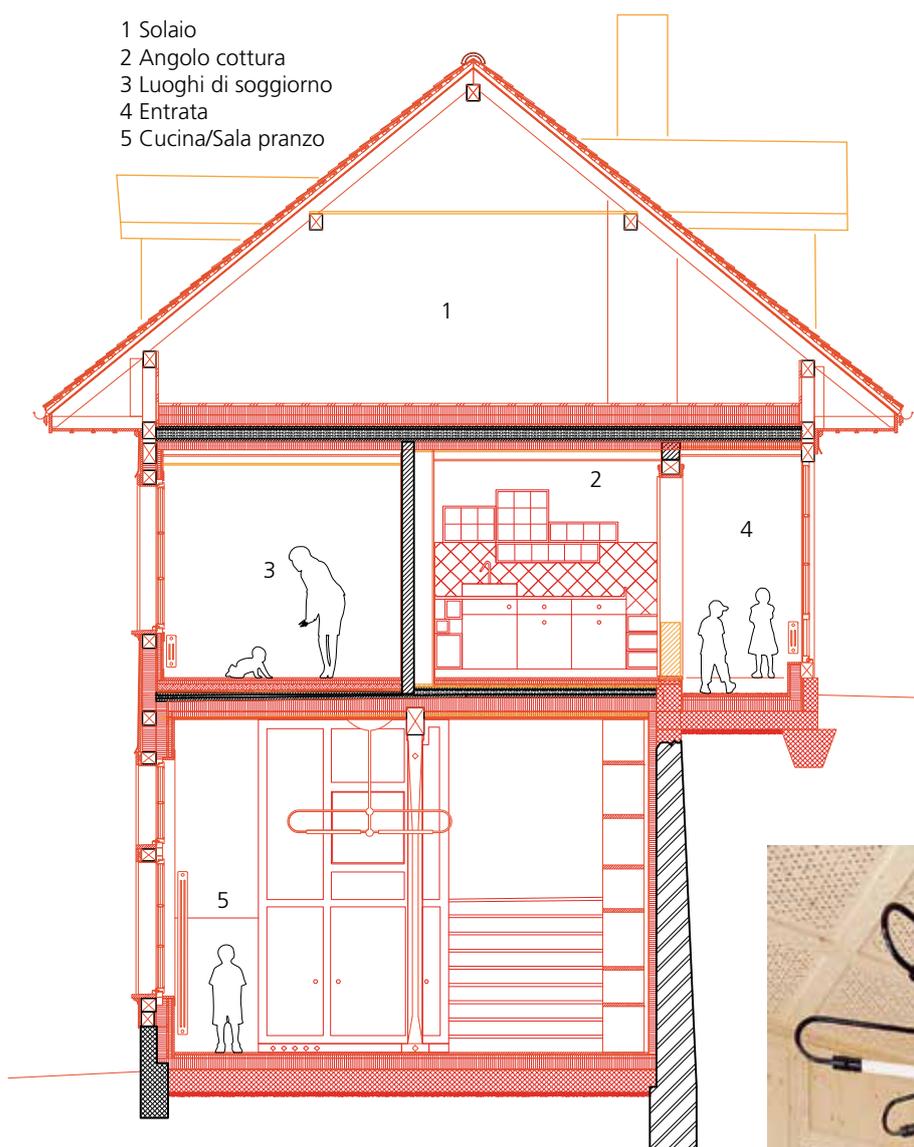
*Il tradizionale pavimento in parquet, composto da vecchi e nuovi elementi, interagisce perfettamente con l'arredo interno in legno di abete. (foto: David Aebi)*



*Pianta piano superiore esistente.  
(Piani: Freiluft Architekten/ FGL Architekten)*



*Pianta del piano superiore dopo il rinnovo.*



*Gli elementi speciali del plafone migliorano l'acustica dei locali, affinché i bambini possano diventare anche più vivaci. (foto: David Aebi)*



#### 14.4 Filanda a Freienstein

Nel 1837 fu costruita la prima filanda a Freienstein, nella bassa Tösstal, che durante i seguenti fiorenti decenni prosperò fino a diventare una grande azienda con quasi 1000 dipendenti. A causa della globalizzazione nel 1990 la produzione dell'azienda Blumer Söhne + Cie ha dovuto essere chiusa e da allora molti edifici del sito industriale, di circa 50 000 m<sup>2</sup>, sono stati utilizzati quali atelier, per eventi culturali e diversi altri usi. Sono passati più di 20 anni prima che gli spazi dell'edificio principale storicamente significativi potessero ricevere una nuova vita. Il progetto del 2008 ha dato la possibilità di creare una superficie abitativa e lavorativa di oltre 6 000 m<sup>2</sup>.

##### Pianta flessibile

Nel 2014 hanno potuto essere occupati 23 loft certificati Minergie, 5 spazi commerciali e 13 monocalci. Nella prossima tappa di ristrutturazione l'ex sala turbine sarà convertita in una sala comune. Lo studio moos. giuliani. herrmann. architekten. ha proposto un convincente concetto per la riconversione degli spazi, che combina la protezione della sostanza storica con soluzioni non convenzionali e sofisticate per l'uso residenziale. La grande sfida progettuale è stata lo sviluppo di planimetrie per loft con un alto grado di flessibilità e che rispondano agli attuali requisiti tecnici e legali, pur mantenendo il carattere di fabbrica con il maggior numero possibile di elementi edilizi protetti.

Il sistema di circolazione è stato ottimizzato in modo tale che tre corridoi di 50 m di lunghezza al piano interrato, al primo e al quarto piano forniscano l'accesso longitudinale ai vari appartamenti – maisonette. Ispirato al tipo di maisonette dell'Unité d'Habitation di Le Corbusier, questo principio permette di apprezzare le dimensioni spaziali originali. Ad ogni piano gli appartamenti beneficiano dell'orientamento est-ovest e dell'insolita profondità della pianta di 19 m. Questo accorgimento ha reso possibile anche l'ampliamento della facciata est con dei balconi indipendenti in acciaio, il cui accesso tramite il parapetto fa sì che la storica facciata rimanesse intatta.

##### Mantenere il fascino

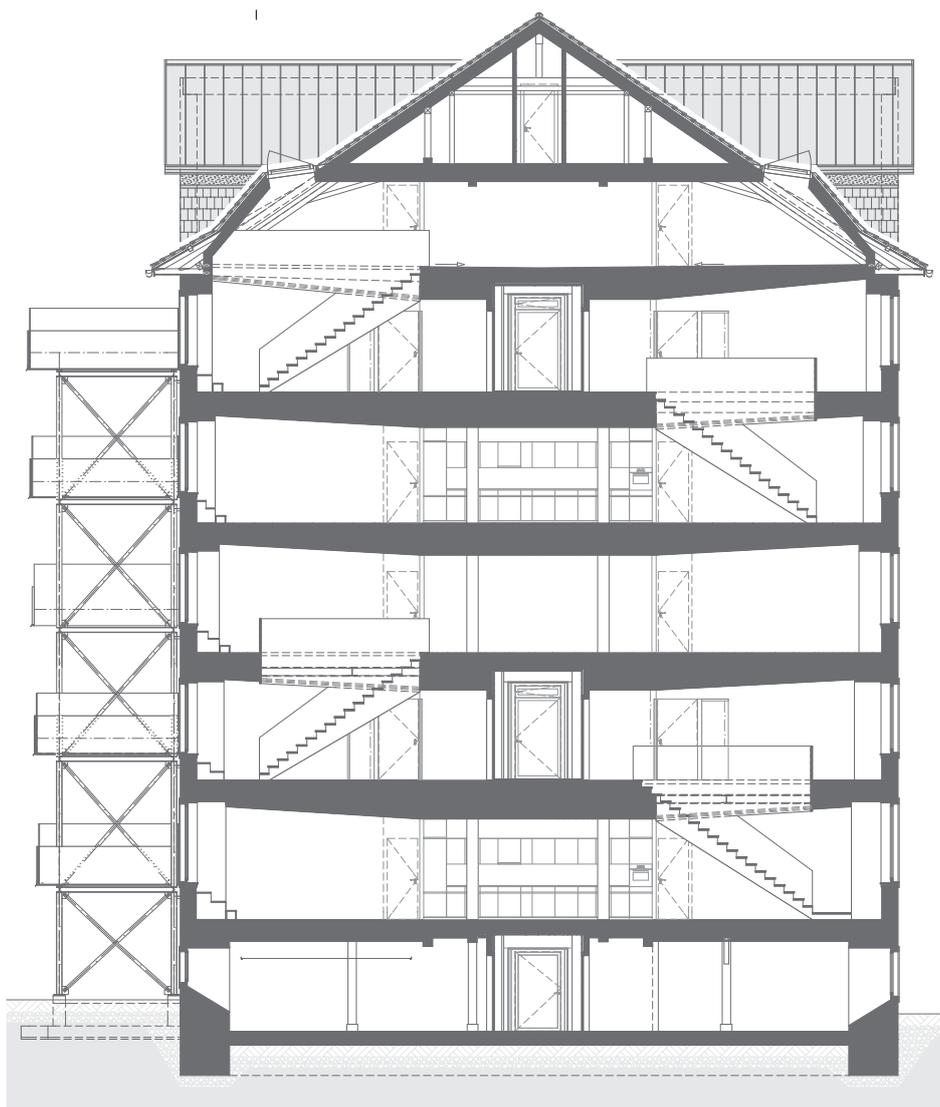
L'unione dei vani d'installazione, delle cucine e delle unità dei bagni consente la formazione di uno spazio abitativo generoso e flessibile. Per ottimizzare le campate è stato necessario inserire una struttura di supporto secondaria che grazie al suo completo rivestimento ha soddisfatto i requisiti di protezione antincendio e ha consentito di mostrare la storica struttura portante in legno. L'isolamento delle finestre originali è stato migliorato con l'accoppiamento di vetri isolanti, riutilizzando gli infissi, in modo da poter ancora percepirne il fascino originale. Le misure di risanamento dell'isolamento termico delle finestre, del tetto e delle lastre del pavimento compensano la mancanza di isolamento nelle massicce pareti esterne. La ventilazione controllata delle abitazioni controllata riduce al minimo le perdite di calore e protegge da danni strutturali. Il concetto dei colori segue il precedente schema cromatico e pone i nuovi elementi costruttivi in un ridotto contrasto cromatico. Il risultato finale è una fabbrica-residenziale che rende omaggio all'edificio esistente e lo completa con freschezza.



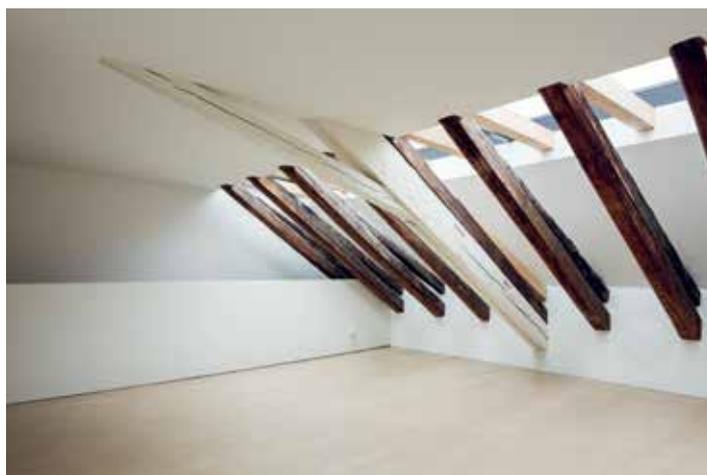
*L'edificio della filanda appare al passo con i tempi, ma rispettoso della sua storia. (foto: Beat Bühler)*



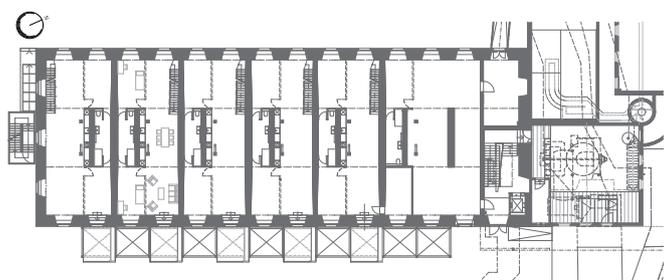
*Il passato industriale dell'area rimane sempre visibile. (foto: Beat Bühler)*



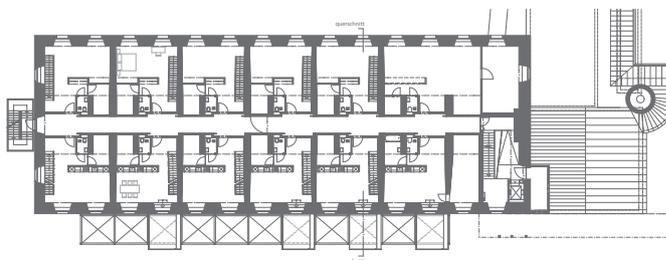
*Piani: moos.  
Giuliani. Hermann.  
Architekten.*



*Gli imponenti muri in pietrame e la vecchia carpenteria attribuiscono un carattere unico agli spazi.*



*Pianta piano terreno*



*Pianta 1. piano superiore*



*Nella vecchia fi-  
landa sono ora a di-  
sposizione confortevoli appartamenti.  
(foto: Beat Bühler)*



### 14.5 Casa a schiera in Birmensdorferstrasse

Ristrutturare significa cambiamento – si aggiunge, rimuove, rinnova e riordina l'esistente: ne risultano rotture e parti danneggiate; al posto di mascherare le cicatrici e le tracce della conversione e di nasconderle dietro a dei ritocchi, il progettista le ha integrate nel concetto generale come se fossero una parte ovvia del progetto. I punti di giunzione sono semplicemente stati dipinti, riempiti di cemento o lasciati al loro posto: il cambiamento nella sostanza edilizia rimane visibile.

#### Rinforzamento necessario

La casa a schiera fu costruita nel 1949 a Zurigo tra Wiedikon e Albisrieden e aveva un modesto spazio abitativo di 80 m<sup>2</sup>. A causa di una manutenzione trascurata molti elementi costruttivi avevano raggiunto la fine del loro ciclo vita o erano in cattive condizioni. La ristrutturazione completa ha potuto essere realizzata in due fasi. Prima di poter aprire il piano terra in una zona di soggiorno e cucina, il seminterrato ha dovuto essere staticamente rinforzato. Al piano superiore si sono potute realizzare stanze più generose riorganizzando la planimetria, ad esempio è stata ampliata una camera di 9 m<sup>2</sup>, che ora può essere utilizzata come camera familiare con ufficio.

#### Sopraelevazione con elementi in legno

Nella seconda fase l'edificio è stato sopraelevato di un piano con elementi in legno e ora la casa offre alla famiglia un totale di 120 m<sup>2</sup> di superficie abitabile. Una sfida logistica è stata superare l'inaccessibilità alla casa con mezzi di cantiere, che era raggiungibile solo a piedi dalla Birmensdorferstrasse. L'accurata progettazione e il metodo di costruzione degli elementi prefabbricati hanno permesso di completare l'ampliamento in un giorno con una gru di 45 metri. Sono stati utilizzati materiali di alta qualità, durevoli e naturali. Il nuovo isolamento della facciata esistente, in fibra di legno di 20 cm di spessore, e la sostituzione delle finestre hanno contribuito a ridurre notevolmente il fabbisogno di energia per il riscaldamento; così anche nei freddi mesi invernali, tre radiatori riutilizzati dall'edificio esistente sono sufficienti per riscaldare l'intero volume. Per ragioni di economia ed efficienza non è stato installato alcun impianto fotovoltaico, tuttavia l'approvvigionamento di energia solare avviene attraverso una cooperativa di Zurigo. Grazie alla muratura esistente e al suo nuovo rivestimento in fibra di legno, la temperatura interna rimane fresca nelle calde giornate estive e il raffreddamento notturno è garantito dalle due finestre sul tetto.

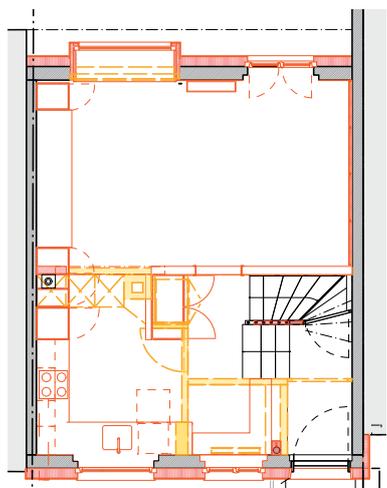


*Per eseguire i lavori di ristrutturazione era in servizio una gru di 45 m, dato che l'edificio era raggiungibile solo a piedi. (foto: Martin Zeller)*

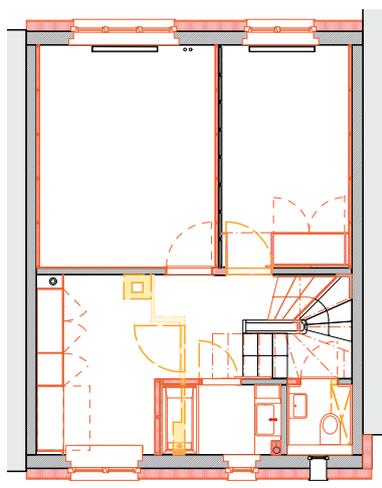




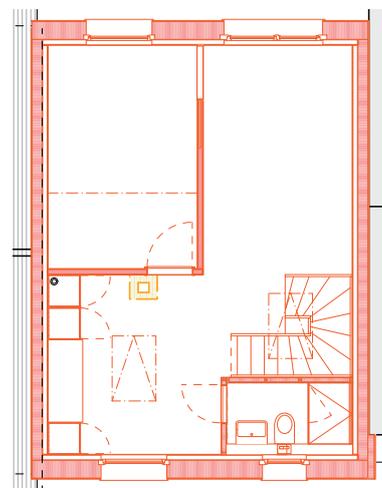
*Elementi moderni sono stati comodamente combinati con il tessuto edilizio esistente. (foto: Martin Zeller)*



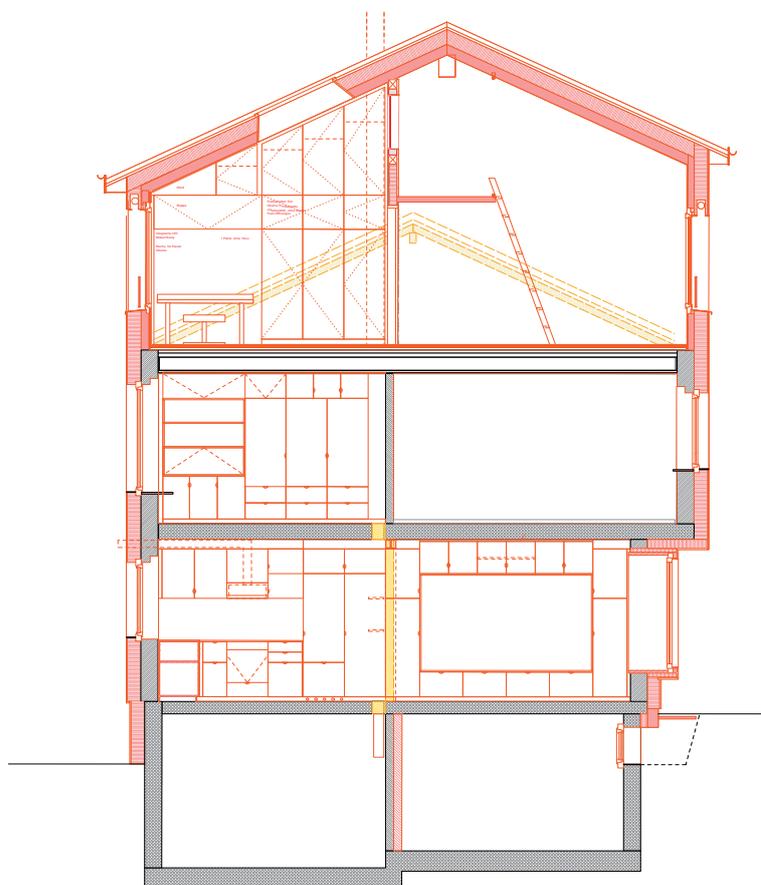
Piano terreno



Piano superiore



Piano tetto



*Grazie alle nuove finestre, il fabbisogno di energia per il riscaldamento si è ridotto così fortemente che tre radiatori esistenti sono sufficienti per scaldare i locali.  
(foto: Martin Zeller)*





### 14.6 Grattacieli Sihlweid

I due grattacieli degli anni Settanta caratterizzano l'immagine del quartiere Leimbach di Zurigo. Dal 2013 non si presentano più come edifici in lastre di cemento grigie, ma bensì hanno un nuovo rivestimento della facciata in pannelli solari per catturare l'energia del sole. Al momento della conversione, la facciata fotovoltaica a film sottile era una delle più grandi al mondo e ha trasformato dei consumatori di energia in centrali solari.

Oggi i due grattacieli soddisfano i requisiti della società da 2000 watt; ciò significa un consumo medio di energia nella gestione degli edifici tre volte inferiore – un obiettivo che la città di Zurigo persegue sin dalle elezioni del novembre 2008.

#### Rinnovato con lungimiranza

Prima della conversione i grattacieli, non ermetici o isolati, avevano un bilancio energetico insufficiente e i costi accessori erano di conseguenza elevati. Il vano scale era aperto sui 17, rispettivamente 19 piani e le correnti d'aria erano un effetto costante. Il proprietario, la cooperativa edile Zurlinden, progetta e gestisce i suoi immobili in modo lungimirante secondo il modello dello sviluppo sostenibile e si è posta obiettivi ambiziosi per la prevista conversione degli edifici. La ristrutturazione doveva essere eseguita secondo lo strumento di pianificazione «La via SIA verso l'efficienza energetica» e doveva essere 2000 Watt – compatibile. Prima della progettazione vera e propria, un esperto di energia

è stato incaricato di approfondire il potenziale del risanamento energetico e il suo lavoro è servito come base per gli studi iniziali degli architetti Harder Haas Partner.

#### Locali interni di nuova qualità

Gli architetti hanno sviluppato il concetto per la riorganizzazione delle planimetrie tenendo conto dei punti deboli e delle riserve di sfruttamento consentite dal piano regolatore. I preesistenti balconi ad angolo sono stati inglobati nello spazio abitativo, creando un'ampia zona pranzo con una vista unica; ciò ha permesso di ottenere un perimetro di isolamento dell'involucro compatto, che comprende anche la scala. Anche i balconi hanno beneficiato della riorganizzazione e ora offrono più spazio e sono più protetti. Inoltre, i piccoli appartamenti hanno ora un balcone. Il tutto ha portato a nuove qualità spaziali interne per tutti i 170 appartamenti.

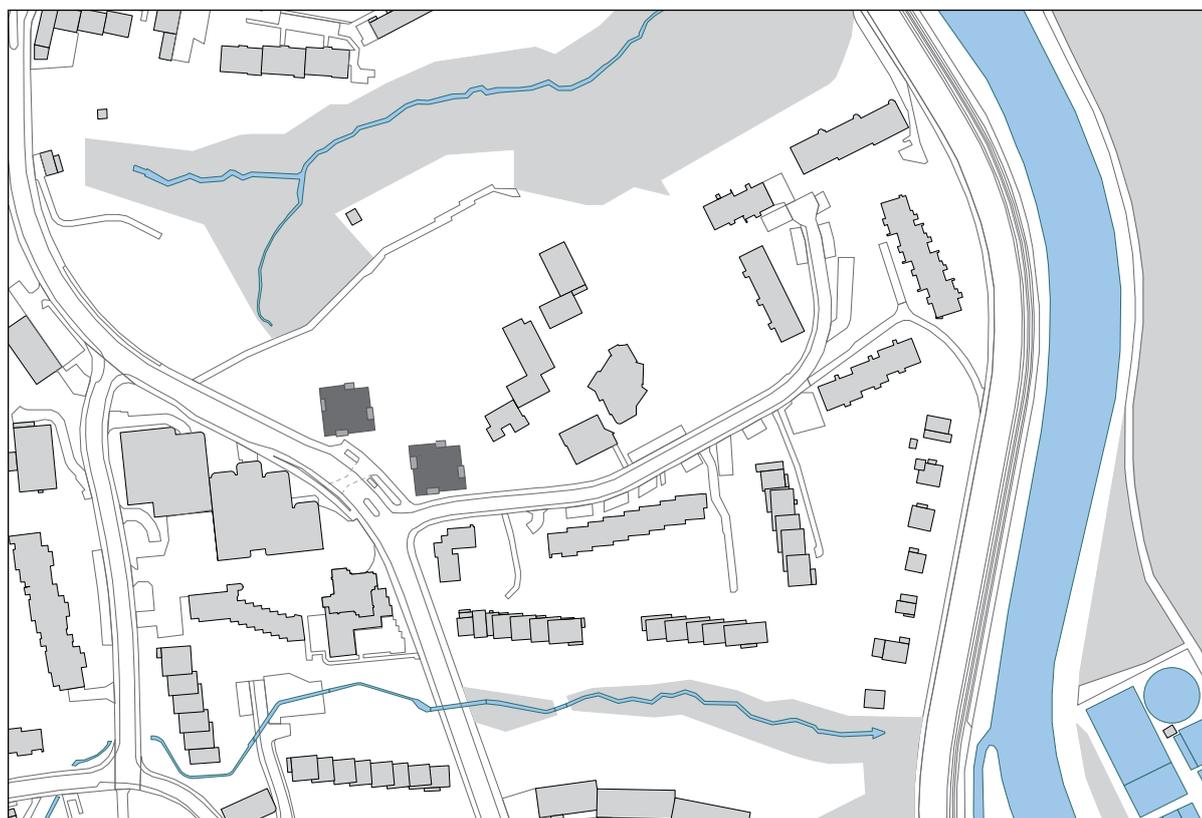
#### Integrazione di tutti gli aspetti

Per quanto riguarda il disegno degli esterni i pannelli fotovoltaici sono stati decisivi per l'aspetto generale. Gli architetti hanno integrato i pannelli standard adattando le proporzioni dei campi e i dettagli delle varie giunzioni alla composizione complessiva.

La cooperativa edile proprietaria ha informato i residenti con anticipo e la ristrutturazione è stata eseguita in condizioni abitative. Il moderato incremento degli affitti, l'aumento degli spazi e il miglioramento della qualità di vita hanno convinto molti residenti a rimanere nei grattacieli. Oltre agli aspetti energetici, anche gli aspetti economici, sociali e di design sono stati integrati in modo convincente in questo progetto che è un faro tra gli esempi di progetti sostenibili.



*I maestosi grattacieli non appaiono più grigi, ma bensì con un'elegante facciata in pannelli fotovoltaici. (foto: Zeljko Gataric)*





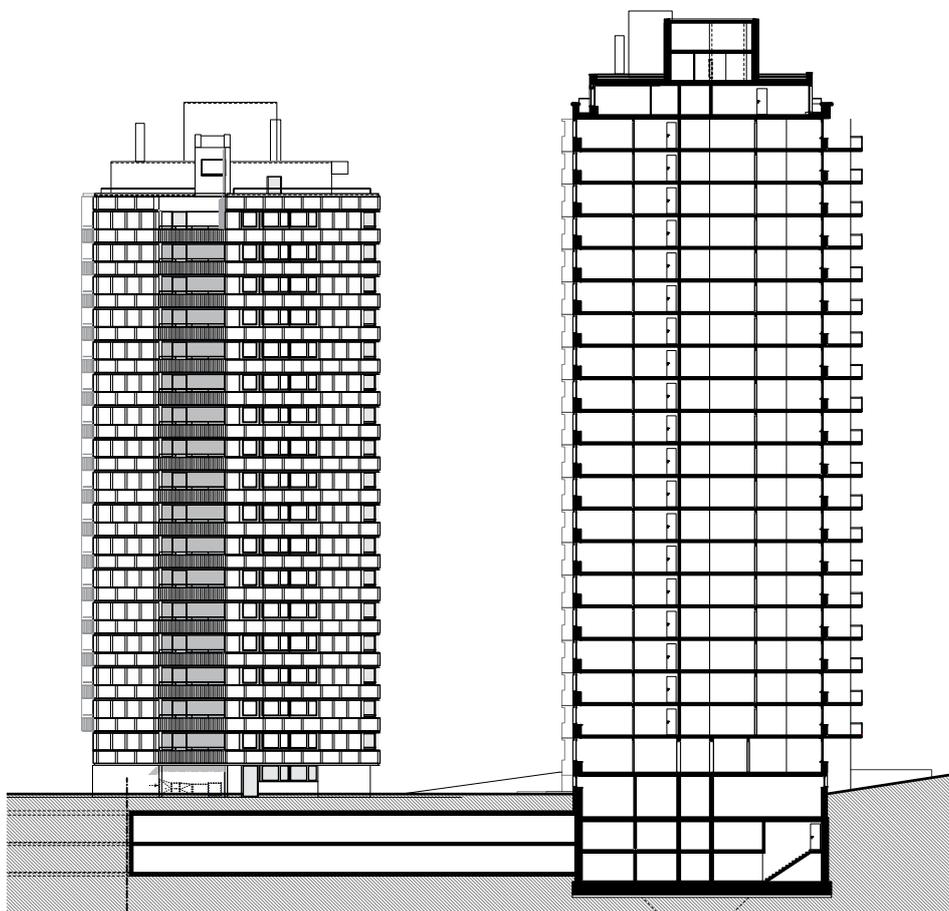
*Piani.  
Grigio: esistente,  
verde: aggiunta (cu-  
cina e balcone), blu:  
ristrutturazione.*



*Chiari e moderni e  
con una bella vista –  
i grattacieli offrono  
attraenti spazi abi-  
tativi. (foto: Harder  
Hass P. AG)*



*La facciata fotovoltaica non genera solo energia, ma apporta anche un plusvalore estetico. (foto: Harder Hass P. AG)*





### 14.7 Quartiere giardino Friesenberg

La Familienheim-Genossenschaft Zurich, in breve FGZ, è stata fondata nel 1924 con l'obiettivo di creare spazi abitativi di qualità per le famiglie. A partire dal 1925, nel Friesenberg Zurighese, sull'esempio delle città-giardino inglesi, sono stati costruiti a tappe insediamenti topograficamente ben integrati. Il quartiere Etappe 14 sulla Bernhard-Jaeggi-Weg è stato costruito nel 1945 durante gli anni della guerra e si compone di 14 file di case a schiera d'abitazione o adibite ad altri usi come un doppio asilo nido e un locale per eventi. Le 128 case unifamiliari hanno da 3 a 5 locali e un giardino privato.

#### **Mantenere e rinnovare con equilibrio**

Nel 1983 gli edifici sono stati ampiamente ristrutturati per l'ultima volta, seguiti nel 1993 dall'installazione di nuove finestre, dall'isolamento termico di tutti i tetti e dalla loro parziale conversione in spazio abitativo. Le indagini hanno dimostrato che il tessuto edilizio era in buone condizioni e poteva essere riparato in modo da risparmiare risorse per un ulteriore ciclo di vita di 25 anni. Al fine di preservare uno spazio abitativo accessibile alle famiglie, il FGZ presta attenzione a investimenti mirati e moderati nella ristrutturazione di vecchi edifici. Occorre trovare un equilibrio tra i vari aspetti della sostenibilità, come la qualità della vita, la redditività, il bilancio energetico e l'affitto.

#### **Accesso al giardino**

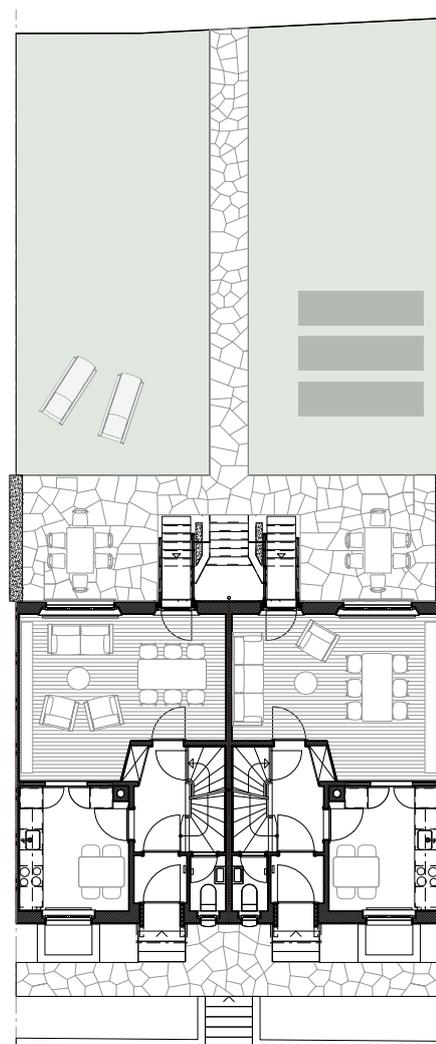
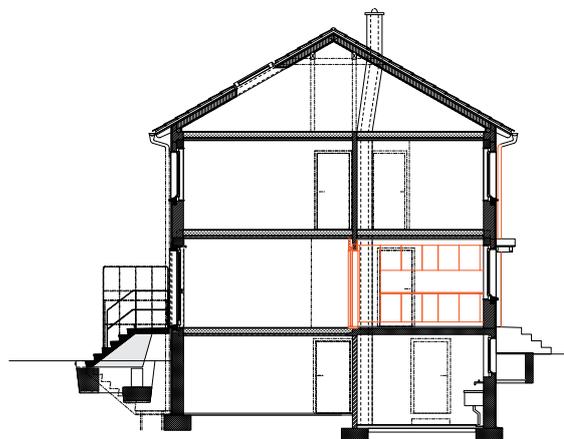
A seguito di un concorso di progettazione che come tema aveva l'applicazione dell'idea di risanamento della FGZ, gli architetti Hopf & Wirth Architects di Winterthur in collaborazione con la Thomet Partner AG (direzione lavori) di Lufingen sono stati incaricati di progettare ed eseguire i lavori di risanamento e di ristrutturazione. Le piante degli appartamenti attuali si è scoperto che erano già sapientemente proporzionate e forniscono tutt'oggi un'alta qualità di vita per le esigenze contemporanee. Singoli dettagli originali dell'epoca di costruzione, come la panca piastrellata nel soggiorno o il mobilio in legno nel corridoio, arricchiscono ancora oggi le semplici abitazioni. La cucina è stata aperta verso il soggiorno con un'apertura dotata di porta scorrevole e una nuova porta conduce direttamente verso il verde. La ringhiera della scala serve anche da supporto per le piante arrampicanti e contemporaneamente demarca finemente il confine spaziale verso i vicini.

#### **Teleriscaldamento**

Le tubazioni sono state sostituite così come le cucine, i bagni e tutte le finiture sono state rinnovate e bonificate da materiale contenente amianto. Tramite l'aggiunta di un radiatore supplementare nelle mansarde ristrutturate, la distribuzione del calore è stata migliorata e sono stati sistemati i punti deboli della fisica di costruzione. Ad eccezione di alcuni giorni durante la bonifica da amianto, la ristrutturazione è stata eseguita con le case abitate. Gli architetti avevano già ristrutturato l'Etappe 13 in modo pragmatico e cauto, permettendo di far rivivere il fascino e il mix sociale di questo quartiere. Per il quartiere FGZ di Friesenberg entro il 2050 è previsto un nuovo sistema di approvvigionamento energetico tramite teleriscaldamento, che sfrutterà il calore di scarto prodotto dalle industrie circostanti. Una prima fase della rete di distribuzione è già stata realizzata. Il calore in esubero viene temporaneamente immagazzinato in enormi serbatoi sotterranei e portato alle temperature richieste tramite pompe di calore alimentate con l'elettricità proveniente da propri impianti fotovoltaici.

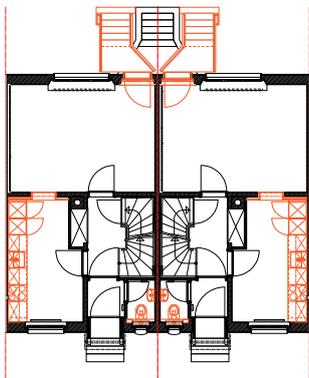


La ringhiera della scala serve anche da supporto per le piante arrampicanti. (foto: Hopf & Wirth Architekten)

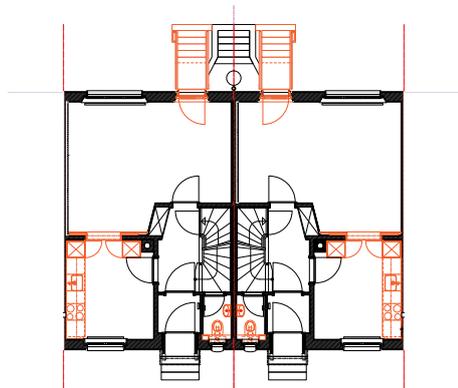


Pianta piano terreno.  
(piani: Hopf & Wirth Architekten)

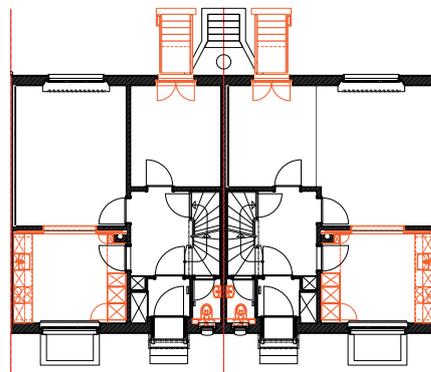
Case di mezzo



Tipo 1: casa 3 locali



Tipo 2: casa da 4 locali



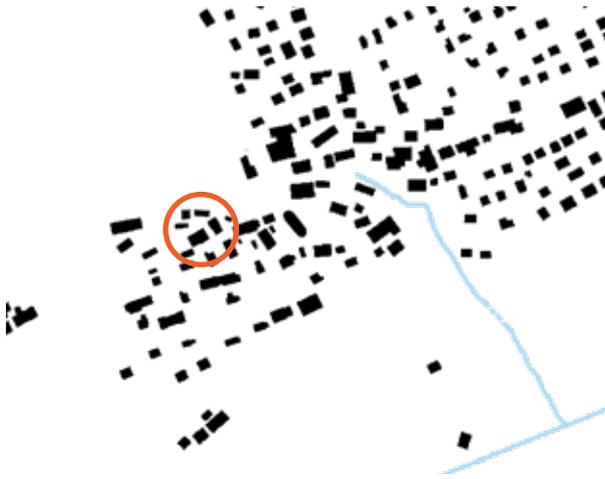
Tipo 3: casa da 5 locali



*Cucina (sinistra) e soggiorno (destra) sono ora direttamente collegati da una porta scorrevole. (foto: Hopf & Wirth Architekten)*



*La panca piastrellata del soggiorno è ancora un valore aggiunto dopo 70 anni. (foto: Hopf & Wirth Architekten)*



### 14.8 Nucleo di Cressier

Cressier è un piccolo villaggio del Canton Friburgo, caratterizzato da strutture agricole. Due case contadine abbandonate, un porcile e una vecchia scuola da tempo abbandonata, formano un gruppetto di edifici a sé stante vicino alla chiesa e al centro del paese. Il comune di Cressier ha riconosciuto il potenziale di questo luogo abbandonato e ha indetto un concorso di architettura con l'obiettivo di trasformazione degli spazi in appartamenti di diverse dimensioni, preservando il patrimonio storico e rivitalizzando il nucleo del villaggio. In particolare si è voluto contrastare attivamente l'allontanamento degli abitanti dal paese perché non riescono a trovarvi un'abitazione adeguata.

#### Tra similitudine e contrasto

Il progetto vincitore dello studio di architettura LVPH di Pampigny ha previsto l'integrazione di nuovi edifici al comparto esistente, continuando a costruire nel nucleo. La nuova cappella funebre è stata collocata sul bordo più orientale del comparto, in questo modo dall'esterno viene letta come appartenente al complesso, ma dall'interno è percepita come periferica. A completamento dell'insieme di edifici è stata inserita una piccola casa comune tra l'ex scuola e la grande fattoria. I nuovi edifici sono posizionati in modo da chiudere visivamente i lati nord ed est, ma aprono la vista verso ovest.

#### Spazio esterno grazie alla facciata in vetro

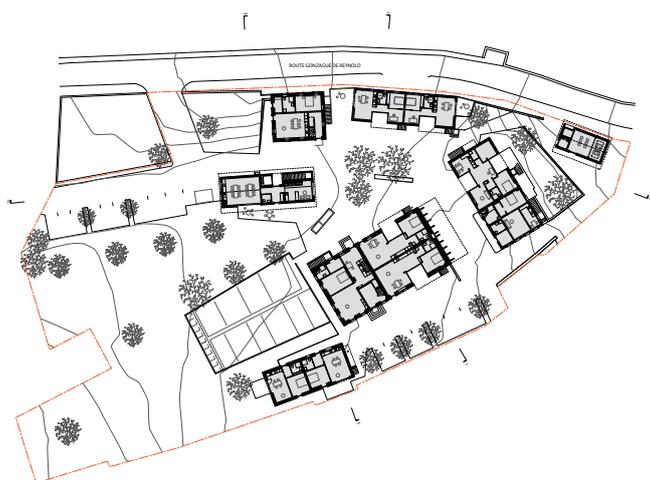
Le due case contadine sono state trattate in modo simile ed oggi ospitano piccoli appartamenti su un piano nelle ex parti residenziali, piccoli appartamenti al piano terra e stretti appartamenti duplex negli ex spazi agricoli ai piani superiori. La facciata in vetro degli appartamenti duplex è stata indietreggiata rispetto al vecchio muro dell'edificio, lasciando in vista la carpenteria e le travi portanti. Tra queste travi, che sostengono il vecchio tetto, e la nuova parete di vetro, davanti all'appartamento si estende un ballatoio simile a un balcone. Questo spazio esterno coperto compensa la scarsa illuminazione naturale, consentendo di avere vetri a tutt'altezza anche per il piano notte aggiunto. Il volume abitato appare arretrato come se sotto al vecchio tetto ci fossero una casa all'interno di un'altra.

#### Mescolanza favorita dalla diversificazione degli alloggi

La pavimentazione esterna esistente è stata ampliata fino a collegare tutti gli edifici formanti una piazza dalla quale ogni appartamento ha il suo ingresso indipendente – mantenendo la caratteristica di un villaggio. Nelle strutture un tempo rurali sono stati creati 19 appartamenti d'affitto, con diverse tipologie di alloggi che assicurano una buona mescolanza. L'intero piano terra è accessibile senza ostacoli ed è adatto alle persone anziane. L'edificio comune ospita una lavanderia, una sala polivalente e l'impianto di riscaldamento a cippato. Quest'ultimo è stato esteso ad una rete di riscaldamento per gli edifici pubblici circostanti, consentendo la sostituzione di quattro impianti a gasolio.



Sezioni del comparto



Piano terreno

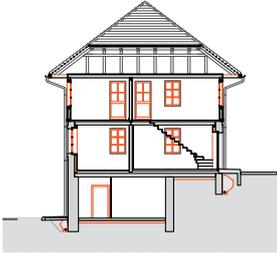


Piano superiore

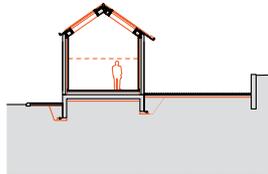
Piani: LVPH  
architectes Sàrl



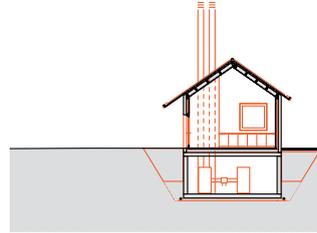
Il rinnovato nucleo di Cressier ha l'effetto di una piccola frazione del paese. (foto: Rolf Siegenthaler)



*Vecchio edificio scolastico*



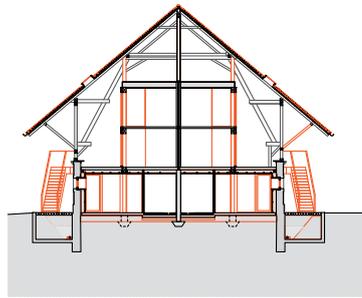
*cappella funebre*



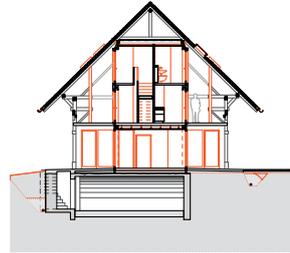
*casa comune*



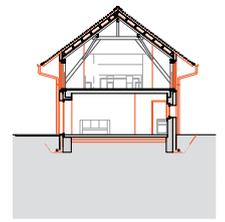
*Casa Gonzague*



*grande casa contadina*



*piccola casa contadina*



*porcile*





*Dalle vecchie case contadine si sono ricavati moderni appartamenti, nei quali le nuove ed esistenti costruzioni in legno coesistono in armonia. (foto: Rolf Siegenthaler)*



### 14.9 Edificio residenziale a Losanna

L'edificio è stato costruito nel 1887 al numero 6 di rue de l'Industrie a Losanna ed è una preziosa testimonianza degli ex alloggi operai del quartiere Vallon. Esso occupa una posizione di rilievo all'angolo tra la «Rue de l'Industrie» e il «Chemain du Calvaire» e caratterizza l'estremità meridionale del quartiere; è classificato come «oggetto interessante a livello locale» nell'inventario degli edifici protetti.

#### Le origini rimangono visibili

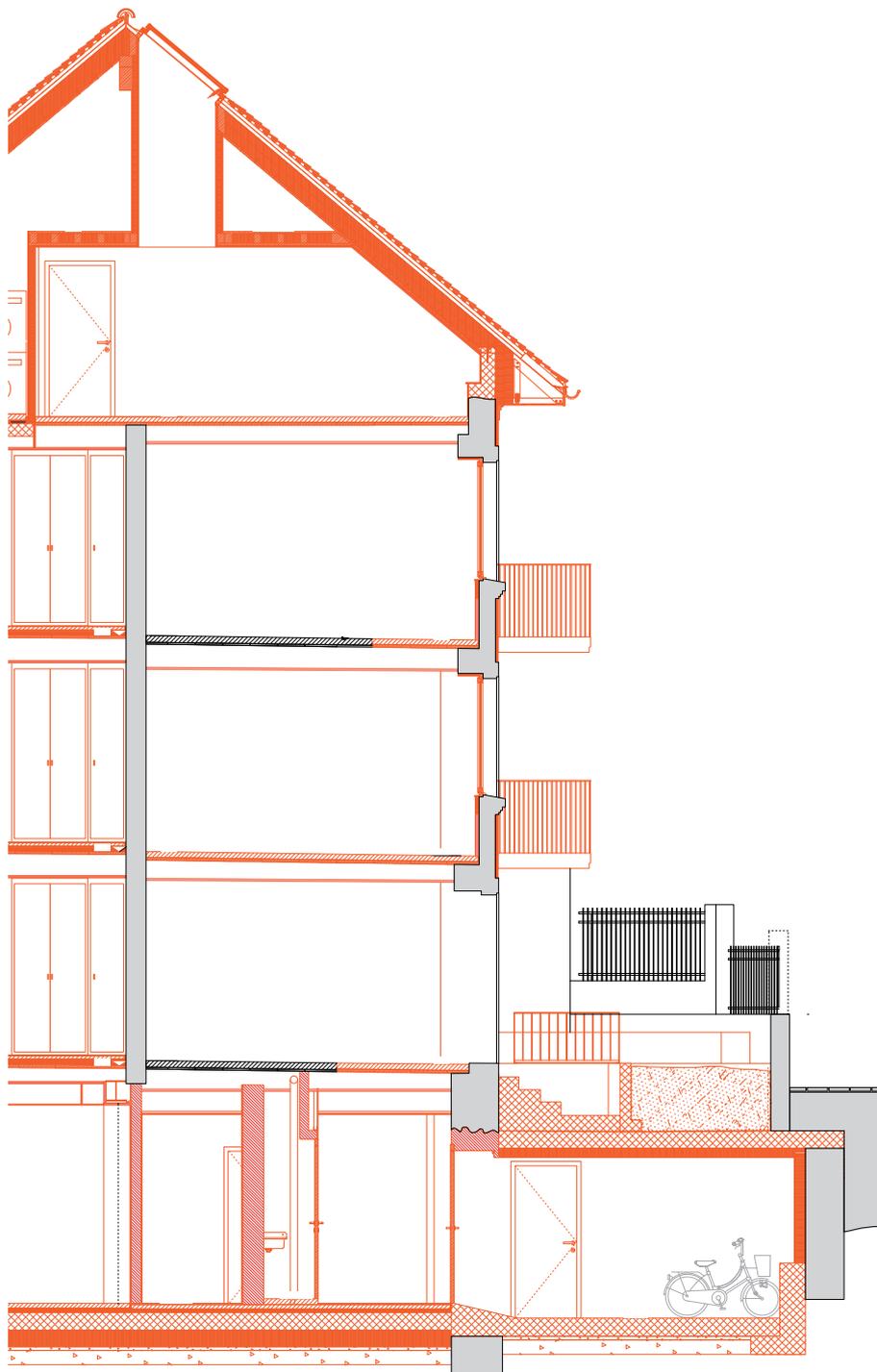
L'alto zoccolo dell'edificio assorbe la forte pendenza del terreno e con generose vetrine offre spazio per uso commerciale e pubblico. Ai piani superiori sono ubicati gli appartamenti. La facciata sopra lo zoccolo è caratterizzata da classiche finestre regolari. Il volume è modulato da una leggera piega, dove all'interno una scala diritta collega i diversi livelli. A seconda del piano la vista cambia, salendo le scale, dalla vista verso la trafficata strada principale verso il cortile di casa, delimitato da un muro grezzo in pietra. L'architetto di Losanna Olivier Rochat e il suo team hanno scoperto le qualità dell'edificio esistente. Per loro era importante rafforzare le qualità spaziali in modo che la tipologia originale potesse ancora essere letta.

#### Utilizzi della comunità

Partendo da questo contesto hanno sviluppato un progetto per la cooperativa i6 che continua a coniugare l'uso residenziale e commerciale. In origine, gli appartamenti erano molto piccoli e i servizi igienici nella tromba delle scale dovevano essere condivisi. L'idea di condividere certi contenuti, secondo le esigenze contemporanee, viene ancora promossa. Per gli otto appartamenti c'è un locale per le biciclette sul retro sotto il cortile e una lavanderia comune nella nuova mansarda. Gli appartamenti sono stati riprogettati mantenendo la struttura di base dell'edificio. La carpenteria esistente sostiene i nuovi rivestimenti e gli elementi tecnici per soddisfare i requisiti di protezione dal rumore e dal fuoco. La mansarda è stata completamente ricostruita e illuminata con possenti abbaini, fornendo così ulteriore spazio abitativo per due piccoli appartamenti.

#### In forma per il futuro

I balconi sono nuovi elementi che si affacciano sulla corte e sull'adiacente zona pedonale, costruiti in metallo dal disegno leggero appaiono abbastanza ben integrati e offrono un'ulteriore qualità abitativa e animano lo spazio urbano. La facciata ha ora un fine intonaco termoisolante, che non ricopre la struttura storica quali cornicioni e lesene. Grazie al buon isolamento del nuovo tetto e della soletta contro il terreno e all'integrazione della ventilazione controllata con recupero del calore, è stato raggiunto lo standard Minergie. Grazie alla sinergia di diversi aspetti: contesto storico, nuove esigenze costruttive ed energetiche, valori sociali, economia ed estetica, lo studio d'architettura O. Rochat Architectes rende l'edificio esistente pronto per il futuro.



*L'edificio costruito nel 1887 prima della ristrutturazione. (foto: O. Rochat architectes)*



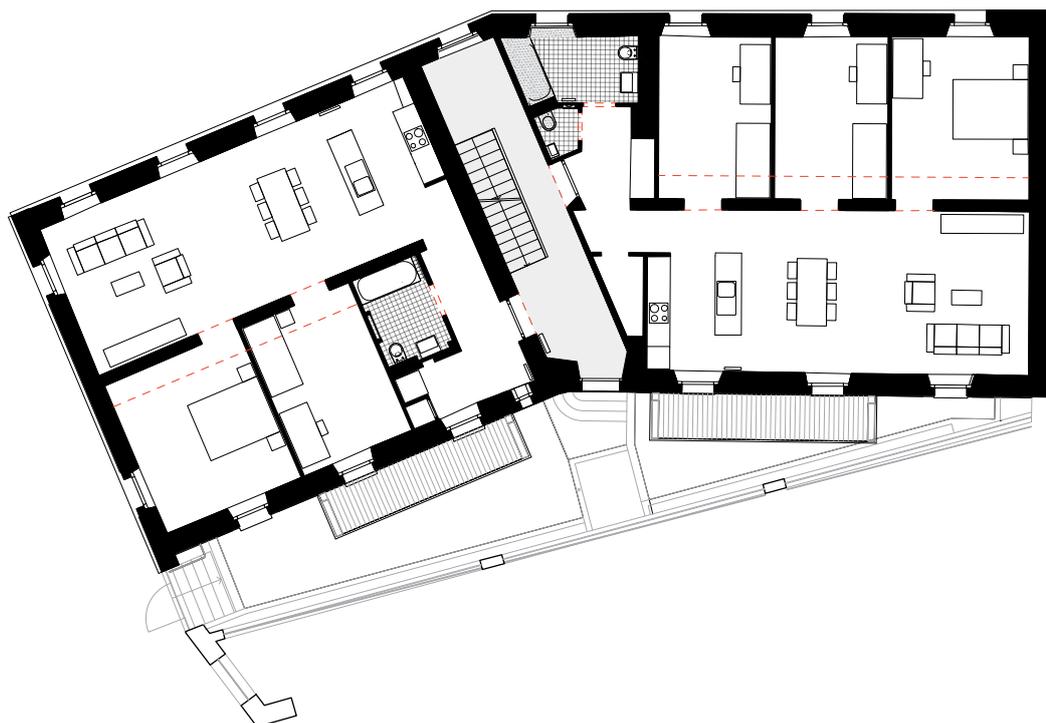
*Il carattere dell'edificio è riconoscibile anche dopo la ristrutturazione. (foto: Thomas Hensinger)*



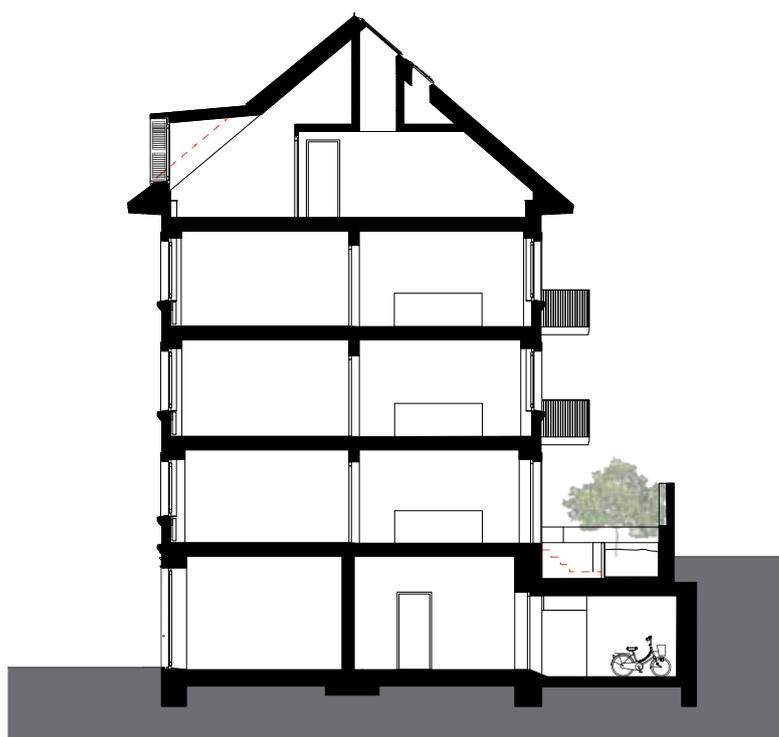
*I nuovi balconi verso il cortile sono adatti alla struttura del quartiere. (foto: O. Rochat architectes)*



*I nuovi balconi offrono un'ulteriore spazio abitabile e animano lo spazio urbano. (foto: Thomas Hensinger)*



*Pianta: 2. Piano superiore. (piano: O. Rochat architectes)*



Sezione trasversale.  
(piano: O. Rochat  
architectes)



L'entrata agli appartamenti, che continuano ad utilizzare dei locali comuni come la lavanderia. (foto: O. Rochat architectes)



Gli ambienti interni sono stati totalmente adattati ai requisiti attuali. (foto: O. Thomas Hensinger)



#### 14.10 Chesa Gabriel Samedan

Nel corso della sua vita un edificio subisce spesso drastici cambiamenti, è quello che è successo alla «Chesa Gabriel» nel compatto nucleo storico di Samedan. L'edificio è stato costruito nel XVI secolo quale piccola casa contadina con una stalla, successivamente continuamente modificato, con una sopraelevazione del 1920 ha aumentato considerevolmente il suo volume. Tra il 1960 e il 1970 sono state costruite diverse nuove pareti divisorie, una scala interna e servizi, mentre le finiture di pavimenti, pareti e soffitti sono state rifatte. Di conseguenza la suddivisione storica degli spazi e i materiali originali sono oggi difficilmente riconoscibili.

##### Ricerca storica approfondita

È stato un colpo di fortuna che nel 2008 la casa sia passata ad un proprietario che ha voluto studiare a fondo, commissionando uno studio specifico, le potenzialità della storica sostanza edile. Basandosi sull'esigenza di poter in futuro utilizzare la casa per due nuclei familiari, lo studio di architettura Corinna Menn ha sviluppato un nuovo concetto. La storia dell'edificio e la tipologia della «Chesa Gabriel» è stata approfonditamente analizzata – perché solo chi conosce la storia può progettare consapevolmente il futuro.

Tra le varie proposte, il cliente ha scelto un concetto che si basa sugli spazi intatti della casa, la quale è stata divisa in due appartamenti lungo il giunto della precedente sopraelevazione. Nell'appartamento infe-

riore sono state mantenute le stanze compatte che caratterizzano una tipica casa engadinese e che hanno nomi romanzeschi come «Chambra», «Stüva» o «Sulèr». A seguito della rimozione degli strati di finiture recenti, sono emerse strutture e superfici sorprendentemente intatte.

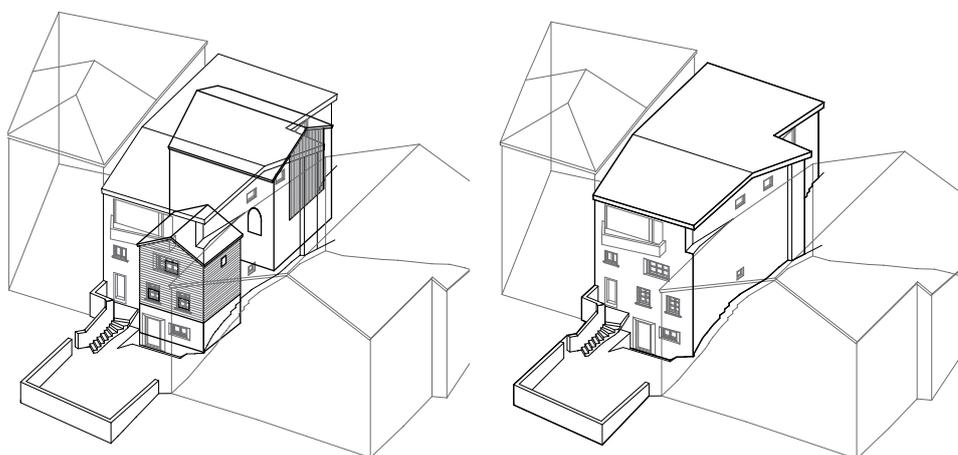
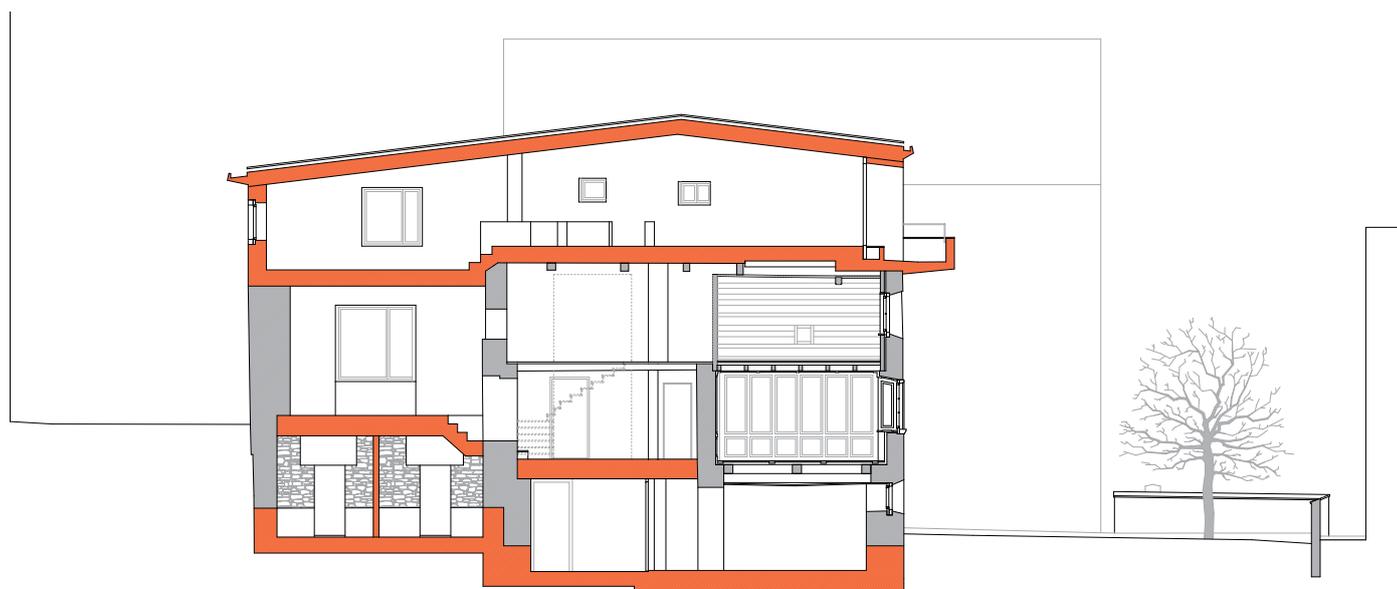
##### Due nuove unità

Data la topografia, la stalla a nord si trova circa un metro più in alto rispetto alla casa e confina con la piazza del villaggio. L'abitazione è stata aperta su tutta la profondità, compresa la stalla. L'ex fienile è stato trasformato in un'altra e luminosa sala da pranzo e cucina che si pongono in un interessante contrasto con le compatte camere da letto in legno. L'appartamento mansardato è concepito come uno spazio aperto che ricalca la sopraelevazione del 1920. Un pavimento in parquet di castagno collega la camera da letto a nord con la zona cucina-soggiorno e il balcone a sud; il quale si affaccia verso il giardino a corte, ed è stato abbinato monoliticamente al muro perimetrale come unico elemento del XXI secolo. Nei piani inferiori nuove finestre sostituiscono quelle vecchie nello stile del XVIII secolo, conservandone però gli infissi. Un semplice intonaco di calce lavata e liscia unisce la superficie delle facciate.

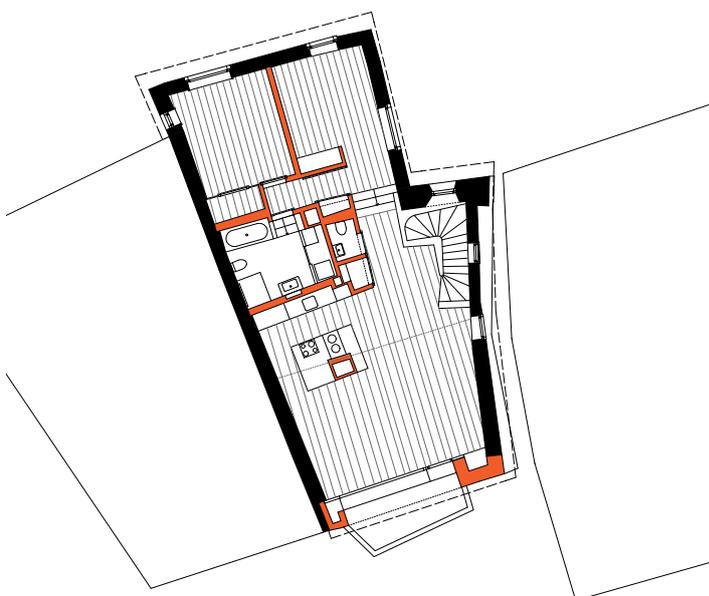
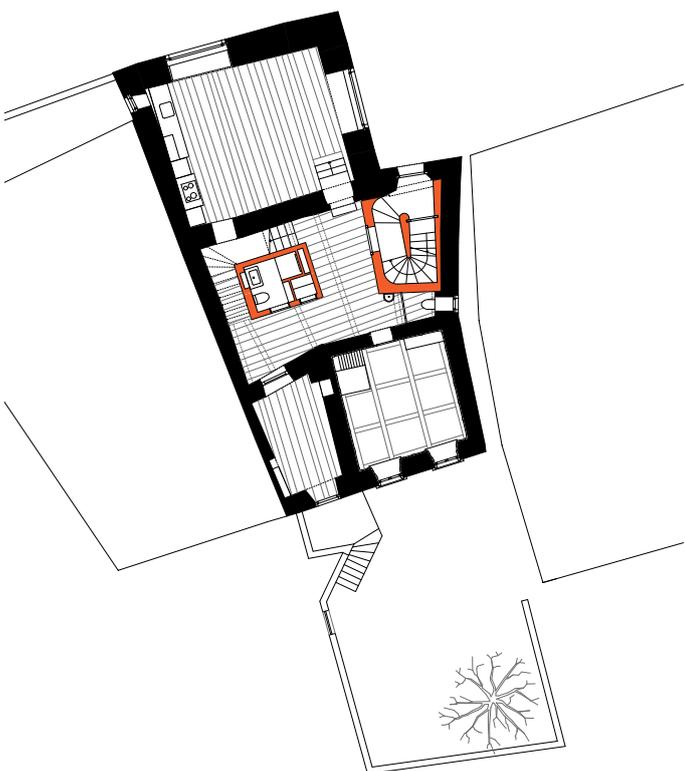
Per la produzione di acqua calda sanitaria e di riscaldamento è stata installata una pompa di calore acqua-acqua. Il calore è distribuito in vari modi a seconda della storia e tipologia degli ambienti. Una sonda di controllo della temperatura esterna assicura che gli ambienti siano riscaldati con il calore necessario tramite radiatori, pavimenti o pareti radianti.



*Anche dopo la ristrutturazione la Chesa Gabriel si integra bene nel paese. (foto: Franz Rindlisbacher)*



*Piani: Corinna Menn GmbH*



*Pianta piano terreno (sinistra) e piano tetto (destra).*



*Rimuovendo le varie precedenti ristrutturazioni sono stati scoperti degli elementi intatti come il muro a destra nell'immagine. (foto: Franz Rindlisbacher)*



### 14.11 Cortile a Cavigliano

I protagonisti di questo progetto intendono una ristrutturazione come la continuazione e l'intreccio della storia di un luogo con le sue storie di vita, le esigenze attuali, le atmosfere e i sogni. Volevano andare a fondo di ciò che esiste, scoprendone le origini e sovrapporre a nuove storie di vita. Una vecchia casa non solo ha una lunga storia, ma la racconta anche, però solo a chi è disposto ad ascoltarla.

#### Molteplici utilizzi

Gli edifici che formano il cortile hanno ispirazione lombarda e originariamente erano costituiti da un edificio residenziale, un'unità agricola con stalle per il bestiame, un letamaio nell'adiacente cortile e una propria cantina del vino nell'ala della stalla. Le parti più antiche degli edifici sono le due cantine a volta, le cui origini risalgono al XVI rispettivamente al XVII secolo. Nel corso dei secoli il complesso ha subito molte trasformazioni e ampliamenti. Con l'arrivo di una famiglia di tre persone e la loro visione, recentemente è avvenuta un'altra ristrutturazione. Il cortile e la loro casa sono stati abbinati ad un appartamento in affitto per gli studenti della vicina scuola Dimitri e a un «Bed & Breakfast». L'architetto Salome Fravi e il falegname Stefan Höhn si sono trasferiti con il loro laboratorio mobile sul posto e il proprietario è stato invitato a partecipare attivamente ai lavori. Una sfida da superare è stata l'accesso al cantiere attraverso gli stretti vicoli del centro del paese; per evi-

tare trasporti con l'elicottero il cantiere è stato rifornito con un carretto a mano. L'intenso periodo di cantiere ha promosso l'integrazione e lo scambio con la popolazione del villaggio.

#### Botti di vino come nuovo parquet

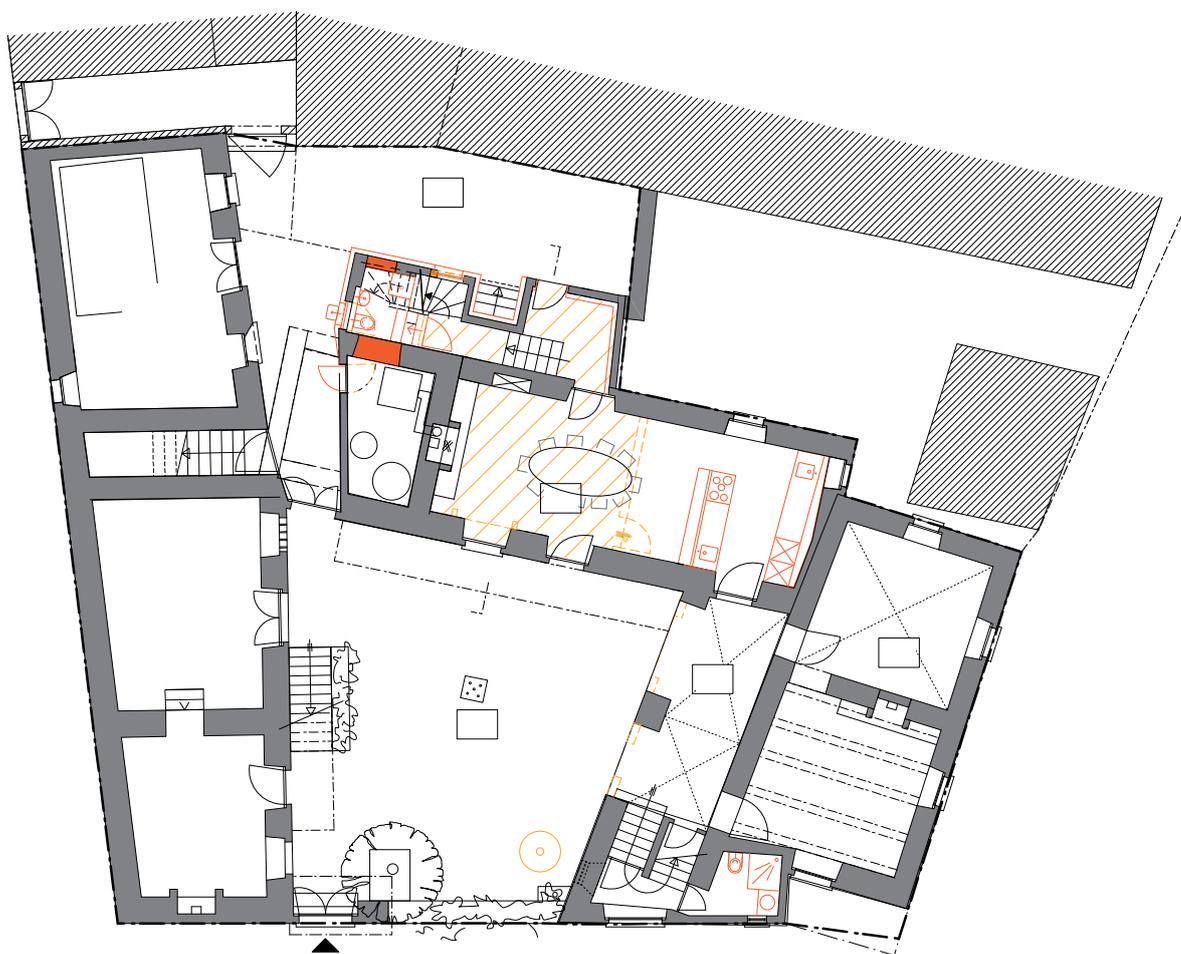
In una prima fase, l'involucro dell'edificio, laddove fosse ragionevole e necessario, è stato accuratamente ristrutturato e risanato dal profilo energetico. Negli anni '70, nella parte del sistema di circolazione, il tetto era stato sostituito e la facciata isolata. Tramite la posa di fiocato in fibre di cellulosa le perdite di calore dell'intero tetto sono state ridotte al minimo e la protezione termica estiva di entrambe le ali dell'edificio è stata migliorata. Le storiche mura di pietra naturale realizzate in tipico gneiss ticinese sono spesse fino a 80 cm. Durante la ristrutturazione, solo le mazzette delle finestre sono state risanate con intonaco termoisolante. Si è lavorato con le risorse naturali in loco, trasformando con inventiva ciò che è stato trovato. Il legno di castagno e di quercia delle vecchie botti di vino è stato utilizzato per creare un parquet a spina di pesce con una tinta unica nel suo genere, data dalla colorazione del vino.

#### Pavimento della cucina unico

Il pavimento della cucina, un «Cocciopesto», eseguito con una tecnica intensiva in termini di tempo, è opera della proprietaria, che lo ha realizzato grazie ad un corso specifico sulla calce. Anche in questo caso è evidente la passione di tutti i coinvolti ai lavori per l'uso attento e tattile dei materiali. Il «pesto», composto da calce, sabbia di scavo, polvere di terracotta, graniglia e ghiaia di marmo della Valle Maggia è stato compattato a più strati e riprese. Colorato con pigmento all'ossido di ferro e lucidato con olio di lino, il «Cocciopesto» offre ora il pavimento per cucinare e mangiare insieme. La cantina a volta, invece, dove un tempo si conservavano le botti di vino, ora ospita il deposito di pellet. In combinazione con un impianto solare termico, il nuovo impianto di riscaldamento riscalda gli ambienti e fornisce l'acqua calda.

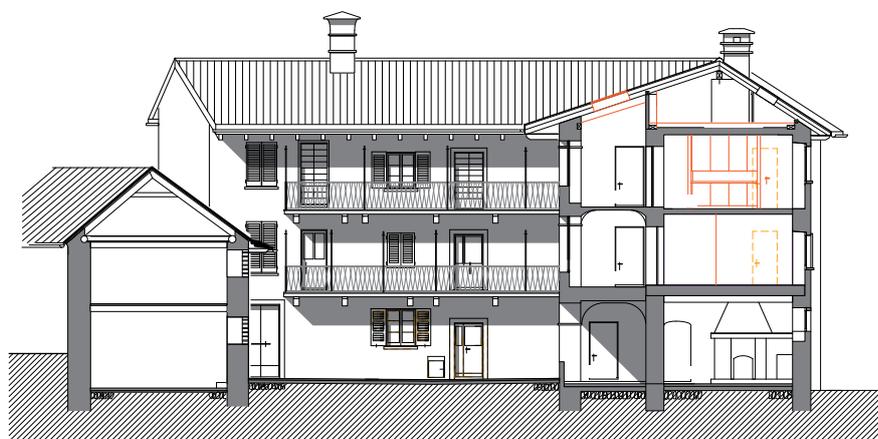


*Il parquet a spina di pesce è stato eseguito con il legno di vecchie botti per vino. (foto: Stefan Höhn)*

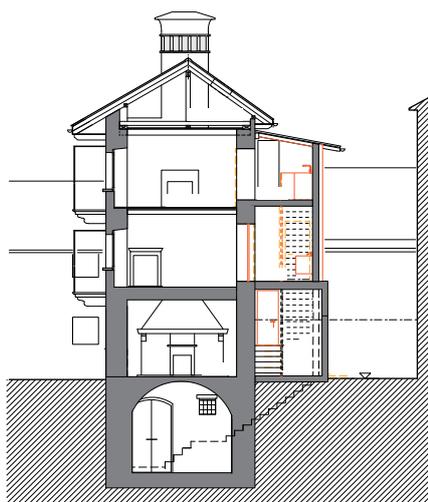


*Pianta piano terreno. (piano: Salome Fravi)*





*Sinistra: il pavimento in «Cocciopesto» eseguito personalmente dalla proprietaria. La tecnica era già utilizzata dagli antichi romani.*



*Sotto: da vecchie botti per vino si è creato un parquet a spina di pesce con tonalità uniche. (foto: Stefan Höhn)*





## 14.12 Struttura scolastica Hellmatt

Il complesso scolastico di Möriken, costruito in due fasi (1967–69 e 1977/78), riprende temi importanti dell'epoca e li collega tra loro. Il «Pavillon-scuola» negli anni '50 e la «casa-atrio» negli anni '60 erano dei temi architettonici correnti. Lo stesso vale per i cosiddetti «insediamenti a tappeto», la muratura in mattoni facciavista e il tetto a falde in eternit ondulato. È raro, tuttavia, che tutti questi temi siano stati inclusi nella costruzione di un edificio scolastico. L'Hellmatt appartiene quindi a un raro tipo di edificio scolastico, che ha portato alla sua protezione nel 2013.

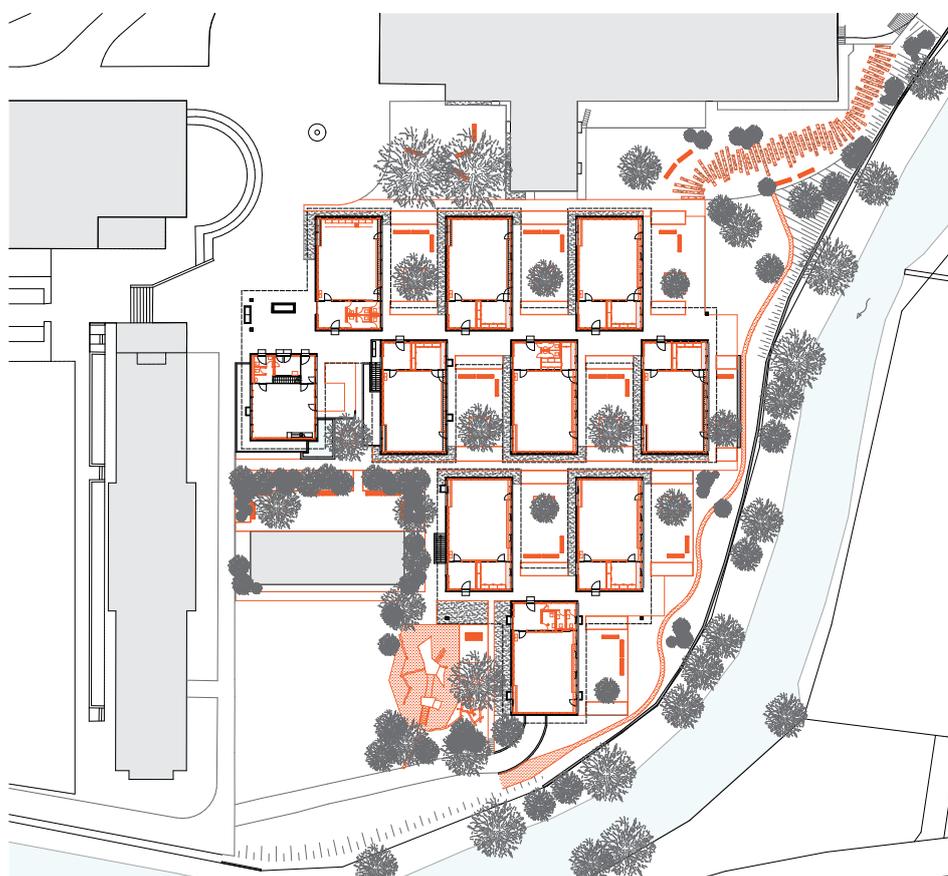
### **Materiale e struttura conservati**

Philipp Husistein è stato l'architetto della ristrutturazione, iniziata alla fine del 2015. «Come al solito, siamo passati dal grande al piccolo e abbiamo analizzato la storia dell'edificio», spiega. «Prima di iniziare la progettazione vera e propria della ristrutturazione, abbiamo fatto dei sondaggi esplorativi – in senso figurato». Il suo team ha analizzato con diversi concetti e varianti come si potesse realizzare la ristrutturazione. Il credo qui era la massima conservazione possibile della sostanza e struttura edile. Nel confrontare le varianti, i progettisti hanno utilizzato diverse indagini tecniche per sviluppare la strategia progettuale appropriata. Da un lato hanno eseguito una simulazione dinamica del clima per un anno intero, che ha mostrato il comfort

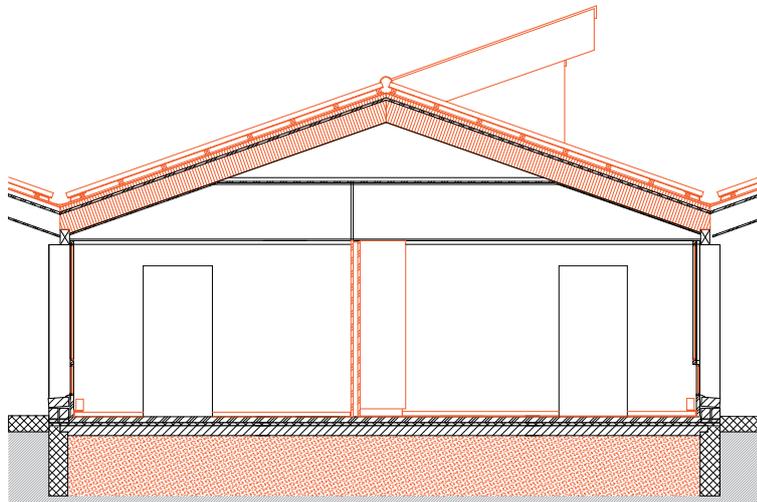
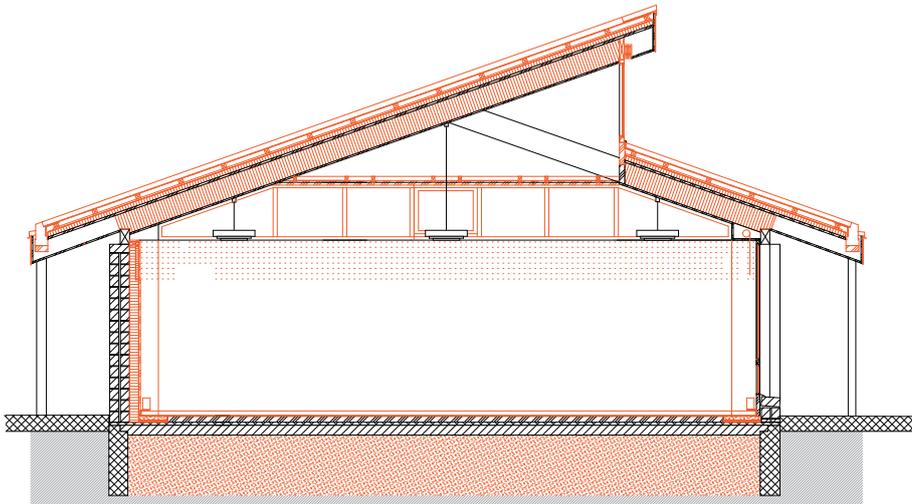
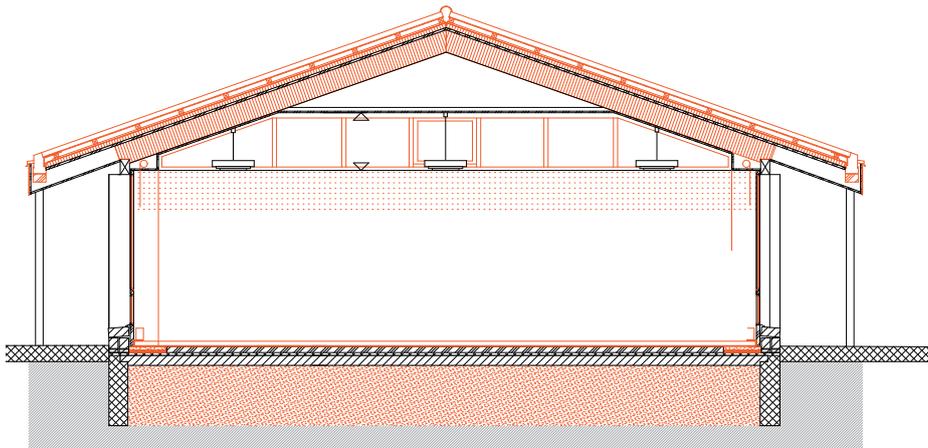
dell'edificio e le misure relative all'energia; d'altra parte gli architetti, insieme a degli specialisti, hanno elaborato un concetto di risanamento energetico in cui è stata esaminata la ripercussione dei costi delle possibili misure.

### **Alcuni interventi inevitabili**

Questa visione d'insieme ha permesso di prendere la decisione sulla variante da seguire. «Abbiamo documentato il tutto in un concetto di conservazione dei monumenti storici, tenendo conto del rapporto costi-benefici delle possibili misure», spiega Husistein. Alla fine, la struttura di base e l'aspetto esterno sono stati in gran parte mantenuti. Anche se i responsabili erano molto interessati a preservare il maggior numero possibile di elementi costruttivi anche all'interno, in alcuni casi si sono dovuti fare interventi di ampia portata, sia perché gli elementi avevano raggiunto la loro vita utile, sia perché i requisiti e le normative odierne rendevano inevitabile un intervento. Ad esempio, l'intero sistema di distribuzione del calore ha dovuto essere riprogettato e installato.



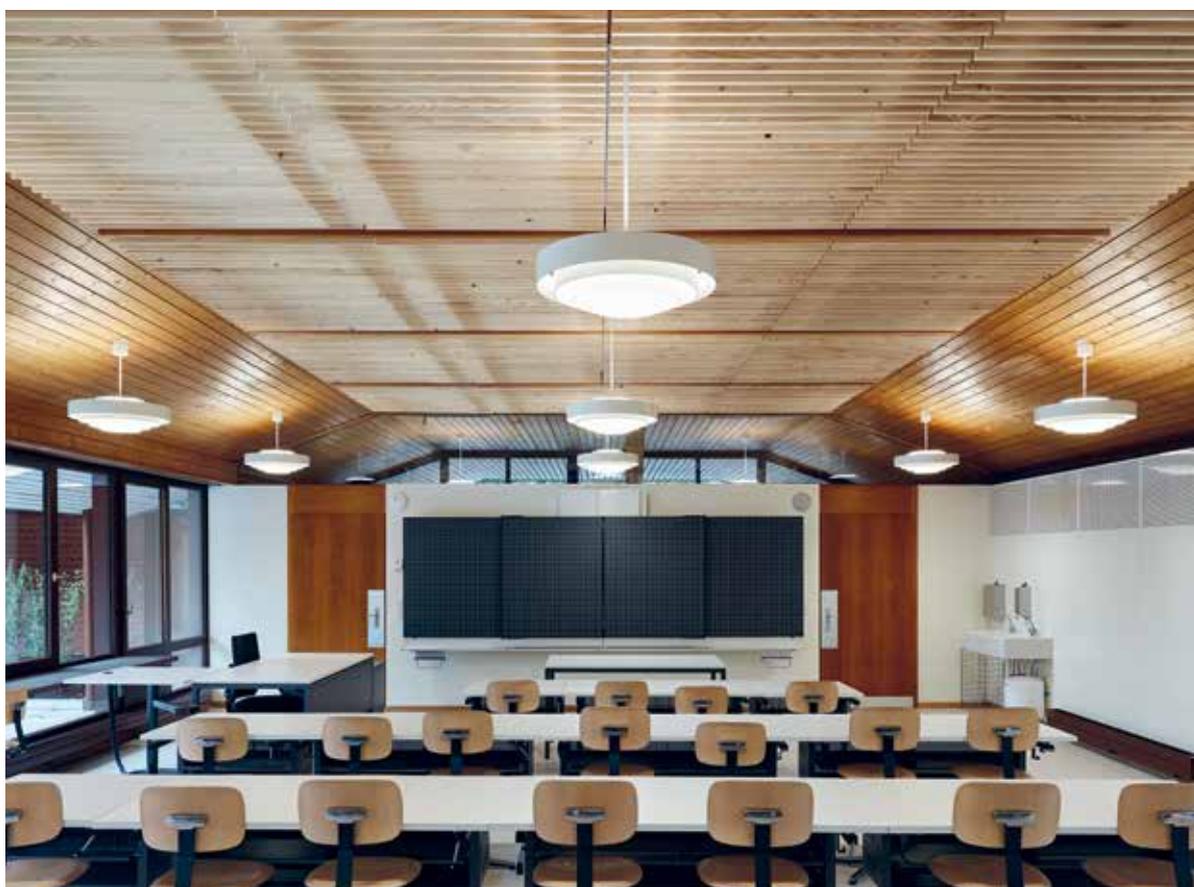
*Facile da riconoscere: I vari padiglioni del complesso scolastico di Helimatt. (foto: Goran Potkonjak)*



Sezioni attraverso  
un padiglione.  
(Piani: Husstein &  
Partner AG)



*Facile da riconoscere: I vari padiglioni del complesso scolastico di Hel-Imatt. (Foto: Goran Potkonjak)*



*L'aula d'insegnamento contemporanea quale straordinaria testimone del tempo. (foto: Goran Potkonjak)*



# Allegati

## 15.1 Autori

**Peter Schürch**, architetto SIA, SWB; 1999 ad oggi: professore di architettura all'Università di Scienze Applicate di Berna/AHB; responsabile degli studi sull'edilizia sostenibile, EN Bau; dal 1990 titolare di Halle 58 Architekten, Berna.

**Dieter Schnell**, Dr. phil. hist., storico dell'architettura. Dal 2001 presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Scienze Applicate di Berna, professore di teoria culturale e conservazione dei monumenti storici, responsabile del MAS Conservazione dei monumenti storici e conversione. Dal 2003 docente privato di storia dell'arte all'Università di Berna.

**Martin Aeberhard**, Bachelor of Science University of Applied Sciences Lucerne/FHZ in Building Services Engineering con specializzazione in HVAC, Master of Science in Mechanical Engineering ETH Lausanne, dipendente Engineering Enerconom AG.

**Alfred Breitschmid**, professore emerito di ecologia e sostenibilità Università di scienze applicate di Berna Architettura, edilizia e legno BFH-AH.

**Klaus R. Eichenberger**, dipl. ingegneria civile. ETH; titolare della Semtec AG con specializzazione in (project) management, economia immobiliare e ingegneria strutturale; fino al 2014 progetti di ricerca e incarichi di insegnamento presso la Scuola universitaria professionale di Berna/AHB general management, project management ed economia immobiliare.

**Daniel Ernst**, MSc Erdwissenschaften; responsabile di progetto materiali edili nocivi e Geologia presso CSD Ingegneri AG.

**Urs-Thomas Gerber**, Dipl. Ing. FH, MSc Architecture and Environment, EMBA in Management and Leadership; docente alla BFH; responsabile dei siti e degli edifici alla CSD Ingenieure AG.

**Patrick Hertig**, B.Sc. Wood Technology FH, Responsabile di progetto Energia, Fisca della costruzione e Sostenibilità presso Gartenmann Engineering AG di Berna.

**Niklaus Hodel**, Dipl. Ing. ETH SIA, Partner Gartenmann Engineering AG, Berna, Zurigo, Basilea, Losanna, Lucerna; Docente di fisica dell'energia e degli edifici presso l'Università di Scienze Applicate di Berna/ Architettura del legno e delle costruzioni.

**Philippe Lustenberger**, M.Sc. Urban Management, Università di Lipsia; BA Architecture Process Management, BFH Bern; Project Manager Insel Gruppe AG, Direzione della Medicina, Sviluppo delle Infrastrutture, Berna

**Hansruedi Meyer**, Dipl. Bauing. ETH SIA SWB, WAM Planer und Ingenieure AG Bern. Docente all'Università di Scienze Applicate di Berna/AHB per la progettazione strutturale e per le strutture storiche nel MAS Conservazione dei monumenti storici e riconversione. Consulente indipendente dal 2017.

**Heinz Mutzner**, Dipl. Kulturingenieur ETH, docente e responsabile del programma CAS Infrastrutture comunali presso la FHNW, Brugg-Windisch.

**Maurus Schifferli**, Dipl. Ing. Architettura del paesaggio FH BSLA SIA, Direttore.

**Martin Stocker**, Ing. FH, socio e membro di lunga data del consiglio di amministrazione di Enerconom AG, per 10 anni docente di ingegneria edile alla HTA-Bern (oggi FH-Bern).

**Jürg Tschabold**, architetto HTL, specialista in protezione antincendio CFP, esperienza pluriennale come consulente (Servizio di prevenzione incendi BVD – Istituto di sicurezza SWISSI) specializzato in concetti di protezione antincendio e protezione antincendio strutturale, partecipazione a formazioni e corsi.

**Violanta von Gunten**, architetto diplomato FH; Halle 58 Architekten, Berna.

## 15.2 Fonti

- Minergie-P. Von Marco Ragonesi, Urs-Peter Menti, Adrian Tschui, Benno Zurfluh. Das Haus der 2000-Watt-Gesellschaft. 3a. Edizione. Zurigo, Faktor Verlag 2010
- Aus Bauschäden lernen. Von Jürgen Blaich. Zurigo, HEV 2008
- Im Detail: Gebäudehüllen. Di Christian Schittich (Hrsg.). 2a. Edizione rielaborata. Monaco, Detail 2006
- Klima Skin. Di Gerhard Hausladen, Michael de Saldanha, Petra Liedl. Monaco, Callwey Verlag 2006
- Klima Design. Di Gerhard Hausladen, Michael de Saldanha, Petra Liedl, Christina Sager. Monaco, Callwey Verlag 2004

## 15.3 Informazioni aggiuntive

### Letteratura generale

- Atlas Sanierung. Di Georg Giebeler, Harald Krause, Rainer Fisch. Instandhaltung, Umbau, Ergänzung. Monaco, Detail 2008
- Energie Atlas – Nachhaltige Architektur. Di Manfred Hegger, Matthias Fuchs, Thomas Stark, Martin Zeumer. Monaco, Detail 2007
- Im Detail: Bauen im Bestand. Di Christian Schittich (Hrsg.). Innovative Konzepte für neue Nutzungen. Monaco, Detail 2003
- Element 29. Wärmeschutz im Hochbau. Di Thomas Frank, Jutta Glanzmann, Bruno Keller, Andreas Queisser, Marco Ragonesi. Zurigo, Faktor Verlag 2020
- Element 30. Schallschutz im Hochbau. Di Jutta Glanzmann, Walter Lips, Rolf Meier, Werner Stalder. Zurigo, Faktor Verlag 2011
- Energetische Sanierung von Altbauten. Di Josef Maier. Stoccarda, Fraunhofer IRB Verlag 2009

### Norme e Regolamenti

- Norm SIA 112/1**, Costruzione sostenibile – Edificio, 2017
- Norm SIA 180**, Isolamento termico, protezione contro l'umidità e clima interno degli edifici, 2014
- Norm SIA 181**, La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie, 2006
- Norm SIA 232/1**, Tetti a falda, 2011
- Norm SIA 232/2**, Rivestimento ventilato delle pareti esterne, 2000
- Norm SIA 243**, Isolamento termico esterno intonacato, 2008
- Norm SIA 271**, Impermeabilizzazione di edifici, 2007
- Norm SIA 279**, Materiali da costruzione termicamente isolanti, 2018
- Norm SIA 331**, Finestre e porte-finestre, 2012
- Norm SIA 380**, Basi per i calcoli energetici degli edifici, 2015
- Norm SIA 380/1**, Energia termica nell'edilizia, 2016

**Norm SIA 382/1**, Impianti di ventilazione e climatizzazione – Basi generali e requisiti, 2014

**Norm SIA 382/2**, Edifici climatizzati – Fabbisogno di potenza e di energia, 2011

**Merkblatt SIA 2028**, Dati climatici per la fisica della costruzione, energia e per l'impiantistica degli edifici, 2010

**Merkblatt SIA 2031**, Certificato energetico per edifici, 2016

**Merkblatt SIA 2032**, Energia grigia negli edifici, 2010

**Merkblatt SIA 2040**, La via SIA verso l'efficienza energetica, 2017

#### **Internet**

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.detail.de](http://www.detail.de)

[www.endk.ch](http://www.endk.ch)

[www.faktor.ch](http://www.faktor.ch)

[www.sia.ch](http://www.sia.ch)

[www.vdf.ethz.ch](http://www.vdf.ethz.ch)

## 15.4 Indice

### Simboli

### Vetrature a doppio vetro 50

### Vetrature a triplo vetro 50

#### A

Acustica dei locali 66  
Aggiunta 114  
Alloggi operai 146  
Amianto 78  
Ampliamenti 67  
Analisi 25  
Analisi di un sito contaminato 75  
Argon 50  
Asilo nido e scuola dell'infanzia 122  
Aule 65  
Aule d'insegnamento 66  
Autoconsumo di energia elettrica 104

#### B

Bacino di filtraggio e d'accumulo 110  
Barriera al vapore 59  
Bifenili policlorurati 78  
Biodiesel 100  
Biodiversità 14, 118  
Blei 78

#### C

Cadmio 78  
Caldaia a condensazione 99  
Caldaia a gas 99  
Caldaia a olio 99  
Caldaia a pellet 99  
Caldaia modulante 99  
Calibrazione 106  
Calore disperso 104  
Capacità di agire 13  
Casa del contadino 118  
Casa operaia 122  
Case a schiera 138  
Centrali di cogenerazione 104  
Chiusure antincendio 85  
Cicli dei materiali 14  
Città-giardino 138  
Classificazione energetica 97  
Collettori solari termici 102  
Committente 32

Comunicazione 8  
Concetto energetico 87  
Condotte di drenaggio 59  
Conservazione dei monumenti storici 21, 51  
Consumo di energia 28  
Contatti sociali 12  
Contratto di locazione 32  
Conversione di un piano mansardato 114  
Cooperativa edile 134  
Corrente ecologica 103  
Cortile 154  
Costi del ciclo di vita 13  
Criteri di ecologia costruttiva 91  
Cromo 78

#### D

Densificazione 13  
Diffusione del vapore 59  
Doppia rosetta della sostenibilità 15  
Durabilità 14  
Durata di riverbero 66  
Durata di vita 18, 28

#### E

Ecobilanci 88  
Ecologia 88  
Economia 10, 88  
Economia regionale 35  
Edifici protetti 146  
Efficienza energetica 91  
Elementi in legno 130  
Emissioni di CO<sub>2</sub> 88  
Energia finale 88  
Energia primaria 88  
Equilibrio 13  
Esercizio 14  
Esigenze di utilizzo 38  
Esigenze globali 44

#### F

Facciate 45  
Fattoria 142  
Fibre minerali artificiali 78  
Fienile 118  
Flessibilità 82  
Flessibilità d'utilizzo 82  
Fondazioni 59

**G**

Gas naturale 99  
Giunto di separazione 67  
Grattacieli 134

**I**

ICOMOS 21  
IFP 28  
Immagine del luogo 35  
Impianti fotovoltaici 103, 138  
Impianto fotovoltaico 102, 118  
Impianto solare termico 154  
Inappropriatezza 24  
Incentivi 44  
Infrastruttura 12  
Intonaco termoisolante 154  
Isolamento interno 59  
ISOS 28

**K**

Krypton 50

**L**

La via SIA verso l'efficienza energetica 134  
Legge sulla protezione dell'ambiente 62  
Legge sul lavoro 83  
Legno 100  
Licenza edilizia 32  
Locali interrati 70  
Loggie 114

**M**

Mansarda 146  
Mansarde ristrutturate 138  
Materiali 79  
Materiali nocivi 75  
Mercato 36  
Mercurio 78  
Metalli pesanti 78  
Minergie 91, 126, 146  
Minergie-A 91  
Minergie-Eco 91  
Minergie-P 41, 47, 91  
Mix di energia elettric 91  
Mobilità 14  
Modello delle prescrizioni energetiche dei cantoni 42  
Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni 2014 41  
Modello di prescrizioni energetiche dei Cantoni edizione 2014 (MuKEn 2014) 97

**N**

Norma SIA 112/1 17  
Nucleo 142, 150

**O**

Offerta di spazio 28  
Olio combustibile 99  
Ordinanza federale contro l'inquinamento fonico (OIF) 61  
Ottimizzazione 106

**P**

Pannelli fotovoltaici 55  
Partecipazione 13  
Perimetro isolato 58  
Periodo di analisi 38  
Piombo 78  
Pompa di calore 99  
Pompa di calore acqua-acqua 150  
Pompa di calore con sonda geotermica 118  
Pompe di calore 102  
Posizione 13  
Potenziale 30  
Prescrizioni legali nella costruzione 28  
Progettazione 12  
Protezione 158  
Protezione antincendio 83  
Protezione antincendio a livello tecnico 85  
Protezione contro le effrazioni 86  
Protezione contro l'umidità 59  
Protezione dei monumenti 118  
Protezione del patrimonio 21  
Protezione fonica 61  
Punti d'impatto ambientale 91

**Q**

Qualità estetica 10  
Qualità estetiche 26

**R**

Raffreddamento notturno 130  
Realizzazione 14  
Reddittività 35  
Requisiti legali 97  
Rete di distribuzione 138  
Riconversione 126  
Rinnovo delle facciate 49  
Riscaldamento a caldaia singola 99  
Riscaldamento a cippato 142  
Riscaldamento elettrico 99  
Rivestimenti infrarossi 50  
Rosetta della sostenibilità 15  
Resistenza sismica 122

Rumore esterno 62  
Rumore per calpestio 64  
Rumore per via aerea 63

**S**

Salute e benessere 13  
Scuola 158  
Separazione dei sistemi costruttivi 75  
Separazione delle parti costruttive 82  
Sfruttamento del calore residuo 95  
Sfruttamento del suolo 107  
Sicurezza 83  
Sicurezza antisismica 74  
Sistema primario 18, 19  
Sistema secondario 18, 19  
Sistema terziario 18  
Sistemi d'impermeabilizzazione 57  
Sistemi drenanti 59  
Siti contaminati, 75  
Sito industriale 126  
Soletta del solaio 58  
Soletta sopra la cantina 58  
Solidarietà 12  
Soluzioni standard 98  
Sopraelevazione 69, 130, 150  
Sovraccarico degli spazi 22  
Sovraccarico tecnico 24  
Spazi esterni 107  
Spazi mansardati 54  
Standard Costruzione Sostenibile Svizzera 35  
Standard edilizi 36  
Standard Minergie 97  
Strato di ermeticità 59  
Strato ermetico all'aria 54  
Strato impermeabile all'acqua 57  
Struttura in legno 55  
Struttura portante 67  
Sufficienza 14  
Separazione dei sistemi 80

**T**

Tecnica dell'edificio 94  
Teleriscaldamento 100  
Tempo di riverbero 65  
Tetto a falde 54  
Tetto compatto 56  
Tetto composito 56  
Tetto freddo ventilato 56  
Tetto piano 56

Tetto rovescio 56  
Trasformazione 44, 142  
Trasformazioni 72  
Trasmissione del rumore per via solida 65

**U**

Ubicazione 32  
Utilizzo e valorizzazione 12

**V**

Valore commerciale 13  
Valore d'allarme 62  
Valore di pianificazione 62  
Valore limite d'immissione 62  
Valutazione della sicurezza strutturale 74  
Ventilazione delle abitazioni 126  
Vetrare 50  
Vetrare a doppio vetro 50  
Vetrare a triplo vetro-IV 50  
Vetrare a vetro semplice 50  
Vettori energetici 97