

**English title**

The diversity of the alpine architecture has developed over centuries often managing poor resources and dealing with difficult environmental conditions. From these constraints, creative solutions were found to adapt to specific and challenging situations, using local materials and developing special techniques that were practically tested over generations. The knowledge of this cultural heritage can trigger a new approach for the restoration of alpine buildings, to reach a reasonable level of energy performance combining the general fundamentals of alpine architecture and preserving the specific characters of traditional buildings. The involved regions learn from each other and benefit from concerted action, while the diversity of their architectures and educational measures is kept alive; this approach helps to preserve the attractiveness and competitiveness of the alpine arc territories, supporting regional materials, energy and economy and fostering local enterprises know-how.



1. Cantina.
2. Concept energetico dell'edificio riquilificato dal punto di vista energetico.
3. Planimetria della copertura dell'edificio con impianto fotovoltaico.

## ALPHOUSE: un progetto europeo per il recupero degli edifici alpini

**Parole chiave**

*Cultural heritage and ecological innovation are not opposites: alpine buildings and settlements have been built through a spontaneous architecture teaching us how to deal with the regionally diverse mountain conditions being sustainable and preserving resources.*

**Alessandra Gelmini**

Ingegnere civile e certificatore energetico accreditato nella Regione Lombardia.  
alessandra.gelmini@ersaf.lombardia.it

**Claudia Del Barba**

Giornalista.  
claudia.delbarba@ersaf.lombardia.it

**Gianmaria Origgi**

Laureato in ingegneria edile-architettura presso il Politecnico di Milano, è accreditato come certificatore energetico nella Regione Lombardia.  
gianmaria.origgi@gmail.com

**Il progetto**

AlpHouse (www.alphouse.eu) è un progetto cofinanziato dal *Programma di cooperazione dell'Unione Europea Spazio Alpino*, in collaborazione con il Gruppo di Lavoro dei Paesi Alpini (ArgeAlp). Iniziato nel settembre 2009, è guidato dalla Camera di Commercio e dell'Artigianato di Monaco e Alta Baviera, coinvolge partner provenienti da Germania, Austria, Svizzera, Italia e Francia, con l'obiettivo di sviluppare un nuovo concetto di qualità per il recupero degli edifici sul territorio alpino. Il progetto affronta, infatti, il tema della ristrutturazione di edifici tradizionali montani mostrando come la forma dell'edificio e le strutture degli insediamenti possano essere riquilificate trovando un compromesso accettabile tra conservazione e miglioramento dell'efficienza energetica, con un'attenzione particolare alle risorse locali, siano esse materiali e tecniche costruttive oppure professionalità. Tutti i partner di progetto per lo svolgimento delle attività di ricerca hanno individuato un'area di interesse, dalla quale poi scendere di scala identificando uno o più villaggi e, infine, di

edifici pilota.

A seconda delle differenti competenze dei partner e delle diversità delle regioni coinvolte, sono stati scelti aree, comuni ed edifici molto diversi tra loro; le regioni italiane partner del progetto, Lombardia (rappresentata da ERSAF), Veneto e Valle d'Aosta, hanno individuato rispettivamente la Comunità Montana Valtellina di Sondrio, la Provincia di Belluno e l'intera Regione Valle d'Aosta.

Analizzando il binomio architettura tradizionale-efficienza energetica nello Spazio Alpino, si scopre che i due temi non si escludono a vicenda ma sono profondamente complementari. Il progetto cerca quindi di valorizzare la saggezza propria di un patrimonio culturale che ha radici nel passato, verificando la possibilità di ridurre i consumi energetici e salvaguardarne la sostenibilità, con l'adattamento alle necessità attuali.

Nelle regioni coinvolte AlpHouse offre moduli formativi ad artigiani, progettisti e decisori al fine di diffondere gli strumenti e le indicazioni per una riquilificazione energetica degli edifici alpini di alta qualità.

**Attività e risultati della raccolta dati**

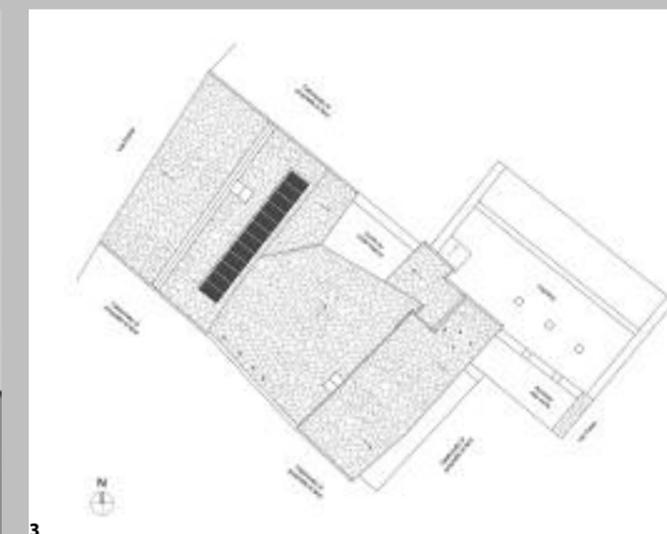
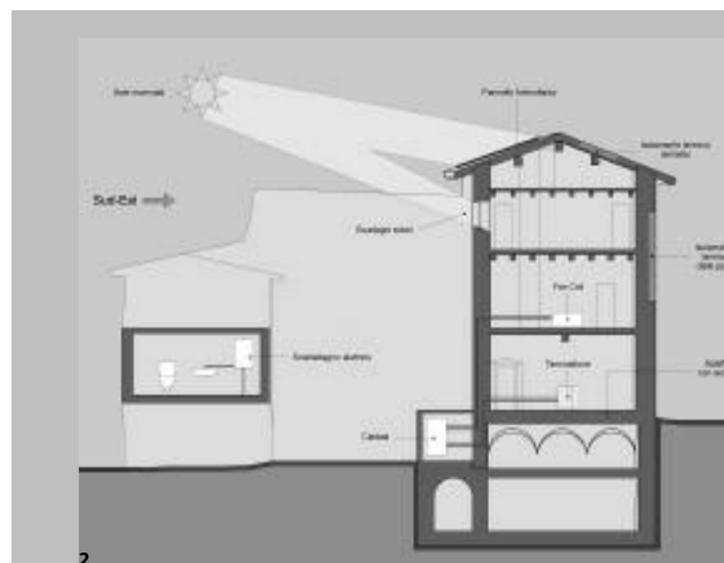
L'analisi a livello regionale dell'area pilota della Comunità Montana Valtellina di Sondrio, basata sulla raccolta e la rielaborazione di dati legati ai caratteri climatologici, fisici, demografici, economici, urbanistici e infrastrutturali, ha consentito di comprendere come siano state influenzate le caratteristiche del patrimonio edilizio esistente e le relative prestazioni energetiche.

Nel tessuto edilizio storico che caratterizza quest'area della Valtellina si riconosce la presenza di edifici rurali, testimonianza di un'eredità contadina ancora parzialmente radicata, di architetture medievali, di palazzi nobiliari e canoniche, di esempi di edilizia pubblica realizzata tra il 1500 e il 1700 e di fabbricati che riassumono tutti i caratteri dell'architettura lombarda dei primi del '900, oltre che di edifici costruiti dal Dopoguerra a oggi. La valutazione della qualità energetica degli edifici, fondata su dati riferiti alle certificazioni energetiche raccolti da CESTEC tra il 2007 e il 2009, ha mostrato come la maggior parte dei fabbricati certificati (44%) in Provincia di Sondrio siano in classe G e solo il 3% in classe B: tale dato, pur relativo agli edifici di cui è stato redatto il Certificato Energetico, è tuttavia rappresentativo ed evidenzia come, a fronte di prestazioni energetiche non performanti, sia necessaria la riquilificazione di gran parte del patrimonio edilizio della Provincia di

Sondrio (e della Comunità Montana Valtellina di Sondrio). Parallelemente, è fondamentale incentivare l'installazione di impianti per lo sfruttamento delle energie rinnovabili attualmente poco diffusi sul territorio, anche valorizzando il ruolo delle imprese. Per l'analisi dei tre Comuni di Chiesa in Valmalenco, Chiuro e Ponte in Valtellina scelti nell'area pilota, sono state raccolte e rielaborate informazioni relative ai caratteri climatologici, fisici, demografici, economici, urbanistici e architettonici; altri dati preziosi sono stati ricavati dallo studio degli strumenti urbanistici vigenti, del periodo di costruzione, dei caratteri architettonici degli edifici e del loro stato di conservazione. Il tessuto edilizio dei centri storici di Chiesa in Valmalenco e di Ponte in Valtellina è risultato complessivamente in buone condizioni di conservazione dal punto di vista di strutture, facciate e coperture, mentre per il nucleo di antica formazione di Chiuro si è rilevato uno stato mediocre. Dal punto di vista della prestazione energetica, la quasi totalità degli edifici dei tre comuni ha evidenziato involucri edilizi di scarsa qualità.

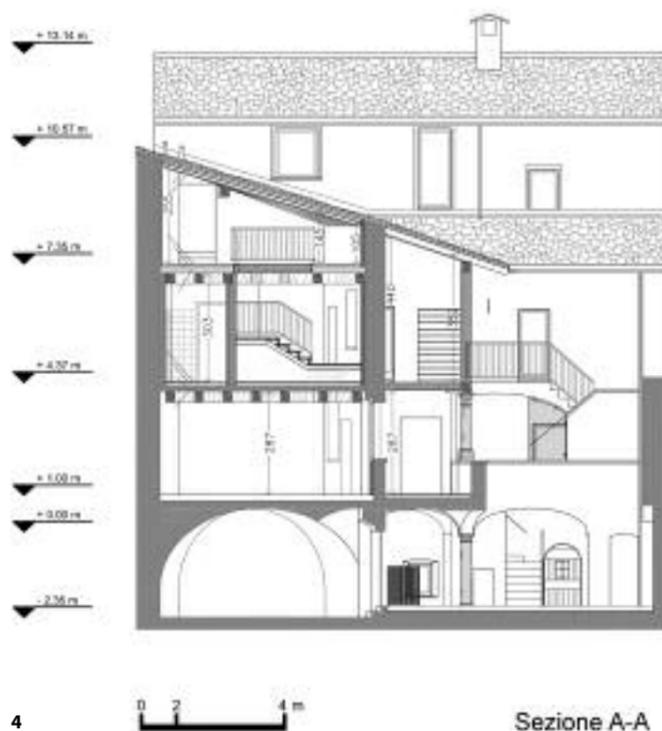
L'ultima fase di analisi ha riguardato la valutazione delle prestazioni energetiche di tre edifici pilota e la formulazione di proposte di riquilificazione energetica e funzionale degli stessi, coerenti con i criteri di qualità enunciati da AlpHouse:

- la conservazione e lo sviluppo del patrimonio culturale alpino rappresentato dall'architettura vernacolare, le strutture tradizionali, i



#### 4. Sezione della corte interna e del portico.

#### 5. Sezione sulla corte interna.



Sezione A-A

materiali e le tecniche costruttive locali;

- l'ottimizzazione dell'efficienza energetica e dei costi del ciclo di vita di edifici e insediamenti.

L'architettura vernacolare o spontanea, in particolare, "comprende un'ampia varietà di forme costruttive [...] sviluppate a livello regionale nei secoli in relazione alle diverse esperienze – positive e negative. [...] ha prodotto un ampio repertorio di edifici e strutture insediative, nati dall'adattamento alle risorse disponibili – i materiali per la costruzione, le modalità di trasporto, le tecnologie e le competenze – e legato alla vita sociale e culturale" (Jörg Schröder, Università di Monaco).

L'architettura spontanea rappresenta l'edilizia che si incarna in una efficace sintesi di clima-forma-materiali. È la risposta intelligente alle limitazioni date come condizioni al contorno, quella che, per citare Adolf Loos, per costruire il tetto non pensa al tetto ma pensa alla pioggia e alla neve.

#### Risultati e azioni realizzate

Illustriamo di seguito i risultati della ricerca svolta sull'edificio sede di ERSAF a Chiuro.

Palazzo Quadrio, collocato nel centro storico del paese e storicamente parte di un più ampio complesso abitativo, nasce nel XVI secolo come palazzo nobiliare, diventa poi casa di un ricco commerciante, quindi locanda e ora ospita uffici. L'edificio, nonostante volumi e linee semplici, è contraddistinto da una forte articolazione spaziale sviluppandosi su quattro piani con distribuzione planimetrica sempre molto articolata. È caratterizzato da un loggiato con colonne di pietra che costituisce un punto di snodo significativo dal quale si accede ai diversi piani dell'edificio. Il piano collocato sotto il livello della strada è occupato da cantine e locali tecnologici, tutti



Sezione B-B



6

#### 6. Prospetto su Via Torre.

#### 7. Portico con colonne di pietra.

non riscaldati. Al piano terra, oltre a una sala affrescata con dipinti di fine '700, sono collocati spazi con funzioni di rappresentanza ed esposizione, una cucina professionale didattica e sale di degustazione. Ai piani primo e secondo troviamo uffici e sale conferenze. L'aspetto e la destinazione d'uso attuali sono il risultato di una complessa ristrutturazione avvenuta tra il 2003 e il 2007 successivamente all'incendio che, intorno al 1970, ha gravemente danneggiato il palazzo.

La struttura portante verticale dell'edificio è costituita da murature disomogenee in pietra locale e laterizio pieno caratterizzate da diversi spessori, da 35 cm fino a 90 cm, finite con intonaci a base di calce e cemento e intonaci isolanti, questi ultimi adottati nei lavori di ristrutturazione. Gli orizzontamenti sono di pietra (strutture voltate) e di legno; la copertura ha un'orditura di legno rivestita con le caratteristiche "piode" locali.

L'orientamento dell'edificio fornisce informazioni preziose sugli apporti energetici gratuiti: si osserva un allineamento della dimensione maggiore lungo l'asse nord-ovest e un orientamento della corte interna verso nord-est, configurazione non ideale per sfruttare appieno gli apporti solari gratuiti. Altri aspetti, complementari al precedente, sono lo sviluppo e il posizionamento delle aperture finestrate: circa il 35% della superficie totale finestrata caratterizza il prospetto rivolto a sud-est dell'edificio, mentre le facciate orientate a nord-ovest e nord-est accolgono circa il 64% dell'intera superficie finestrata dell'edificio. Lo studio dell'ombreggiamento dovuto agli aggetti, alle montagne e agli edifici attigui ha evidenziato un'ulteriore riduzione dei potenziali guadagni solari.

L'edificio ha una superficie disperdente di 1.260,99 m<sup>2</sup> e volume lordo di 2.317,57 m<sup>3</sup>, con conseguente rapporto di forma S/V di 0,54 m<sup>-1</sup>.

A partire dalle informazioni ricavate dalle diagnosi energetiche effettuate nel 2010 sul fabbricato, comprendenti analisi termografiche e dati ambientali registrati da apposita sensoristica, sono stati ricavati i seguenti valori di trasmittanza:

- Trasmittanze pareti verso ambiente esterno: 0,75-2,18 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanze pareti contro terra: 1,18-1,32 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanze pareti verso ambienti non riscaldati: 1,63-1,86 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanze orizzontamenti verso cantine interrato: 1,51 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanze orizzontamenti verso cantine non interrato: 1,90 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanze orizzontamenti verso ambiente esterno: 0,71-2,14 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanze orizzontamenti verso sottotetto non riscaldato: 2,59 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanza copertura: 0,47-1,60 W/m<sup>2</sup>K

Per i serramenti, installati durante i lavori di ristrutturazione dell'edificio e costituiti da telaio di legno tenero con vetrocamera (4-12-4) e distanziatore metallico, sono stati stimati valori medi di trasmittanza pari a 3,11 W/m<sup>2</sup>K per il serramento nel complesso.

Lo studio dell'involucro edilizio è stato completato con l'individuazione dei ponti termici presenti nell'edificio, valutati utilizzando un



7

8. Corte interna dell'edificio.

9. Sala affrescata.



programma di calcolo agli elementi finiti.

La ristrutturazione del 2003-2007 ha visto la sostituzione del vecchio sistema di riscaldamento che utilizzava stufe e camini. Dal punto di vista termico sono state individuate nell'edificio quattro zone termiche in funzione delle diverse destinazioni d'uso degli ambienti e delle differenti tipologie dei sottosistemi impiantistici. Il generatore di calore presente oggi è una caldaia a condensazione a gas metano, installata in un locale tecnico esterno all'involucro riscaldato e utilizzata per il solo riscaldamento, con potenza al focolare a carico massimo di 60 kW. Per la produzione di acqua calda sanitaria sono installati nei servizi igienici due boiler elettrici con capacità di accumulo rispettivamente di 75 l e 15 l e potenza pari a 1200 W. Sono presenti collettori di mandata e ritorno dai quali si diramano quattro principali distribuzioni con pompe associate di potenza elettrica di assorbimento da 99 W a 200 W. Tra i terminali di emissione del calore in ambiente si contano 16 ventilconvettori con potenza termica di emissione variabile tra 1920 W e 2930 W e 7 termosifoni con potenze di emissione da 315 W a 702 W.

L'analisi delle prestazioni energetiche dell'edificio, effettuata con il software per la progettazione di case passive PHPP 2007it (scelta operata dal partnerariato AlpHouse e finalizzata a ottenere risultati comparabili), ha fornito un indice energetico primario relativo a riscaldamento ambienti, produzione di acqua calda sanitaria e corrente elettrica assorbita dagli ausiliari pari a 294 kWh/m<sup>2</sup>a, con emissioni di CO<sub>2</sub> di 68,6 kg/m<sup>2</sup>a.

Il progetto di riqualificazione energetica dell'edificio ha puntato sull'isolamento esterno delle pareti perimetrali attraverso materiali di piccolo spessore e sull'incremento della coibentazione della copertura a falde. In aggiunta a queste misure è stato dimensionato un impianto fotovoltaico per coprire parzialmente il fabbisogno di energia elettrica dell'edificio.

L'isolamento è previsto esclusivamente per le sole strutture opache verticali a contatto con l'ambiente esterno e garantisce un isolamento continuo della facciata al fine di limitare i ponti termici esistenti e ovviare a problemi di messa in opera dei materiali isolanti sulle superfici interne dell'edificio, caratterizzate spesso da irregolarità, nicchie, volte e affreschi. La presenza di elementi lapidei (sottofianestrate e cornici), ha reso obbligatorio l'utilizzo di materassini isolanti flessibili, con spessori ridottissimi, composti di aerogel, sostanza ottenuta dal gel di silice, con conducibilità termica dichiarata pari a 0,0135 W/m<sup>2</sup>K. Le pareti così modificate non manifestano problemi di condensazione interstiziale e superficiale.

Il miglioramento del pacchetto di copertura prevede l'abbinamento di pannelli isolanti di fibra di legno con polistirene espanso estruso e la creazione di un'intercapedine debolmente ventilata tra il manto di copertura e i pannelli di lana di legno. Tale soluzione tecnica, con uno sfasamento di 12 ore, garantisce sia il comfort ambientale nel periodo invernale sia l'attenuazione e lo sfasamento dell'onda termica in fase estiva.

I nuovi valori di trasmittanza delle pareti esterne e della copertura sono:

- Trasmittanze pareti verso ambiente esterno: 0,28-0,52 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanza copertura a falde: 0,22 W/m<sup>2</sup>K.

L'impianto fotovoltaico, previsto sulla falda orientata a sud-est del corpo edilizio, ha una potenza di 3 kW di picco con superficie complessiva di 16,63 m<sup>2</sup>, possiede moduli di silicio monocristallino con rendimento pari al 18% e potenza nominale di 250 W, per una pro-

duzione annua complessiva di energia elettrica di 3.657 kWh. L'intervento di riqualificazione energetica ipotizzato garantisce un abbattimento di circa il 26% del fabbisogno di energia primaria dell'edificio relativo al riscaldamento degli ambienti, alla produzione di acqua calda sanitaria e alla corrente elettrica assorbita dagli ausiliari, riducendo la richiesta di 294 kWh/m<sup>2</sup>a a un valore di 218 kWh/m<sup>2</sup>a. Ciò consente di abbattere l'emissione di anidride carbonica di 17 kg/m<sup>2</sup>a. Il fotovoltaico assicura un risparmio di 16,4 kWh/m<sup>2</sup>a di energia primaria evitando emissioni di CO<sub>2</sub> per 3,5 kg/m<sup>2</sup>a.

### Conclusioni

Il percorso compiuto da Ersaf nell'ambito del progetto AlpHouse si è concentrato, oltre che sulla fase di analisi, sull'individuazione di gruppi target ai quali offrire spunti di riflessione anche operativi: gli uffici tecnici comunali e i progettisti. Gli incontri formativi hanno riguardato la normativa tecnica in materia di efficienza energetica e la documentazione energetica da produrre per le

pratiche edilizie; si è inoltre affrontato il tema del complicato compromesso tra recupero di edifici tradizionali ed efficienza energetica, che i progettisti si trovano ad affrontare dovendo apportare modifiche per il miglioramento energetico a edifici prestigiosi, storici o tradizionali. In parallelo alle "lezioni" teoriche, i progettisti hanno potuto effettuare una visita all'edificio pilota di Chiuro, identificato come "cantiere virtuale", quale luogo dove osservare le relazioni tra forma-struttura ed energia e dove verificare, attraverso un percorso guidato, i limiti legati alla mancata applicazione, nell'ultima ristrutturazione, di soluzioni potenzialmente migliorative della performance energetica del fabbricato.

Il tema della riqualificazione degli edifici in montagna è stato, infine, al centro di un convegno organizzato a Sondrio a febbraio 2012,



durante il quale sono state presentate le esperienze condotte nell'ambito di AlpHouse dai tre partner italiani e altre iniziative locali di sostenibilità ed efficienza nell'edilizia.

Il percorso compiuto e le diverse attività descritte mostrano che non è possibile guardare all'edificio tradizionale alpino da un solo punto di vista e che soltanto l'integrazione di approcci differenti ma complementari garantisce a tali preziose testimonianze del nostro patrimonio un futuro concreto. Soltanto la sempre maggiore collaborazione e sinergia tra i diversi attori che operano, a vario titolo, sul territorio, assicurerà a questo territorio e al suo patrimonio edilizio maggiore attrattività. La promozione delle risorse locali – materiali, prezioso know-how e competenze da salvaguardare – gioca perciò, in questo contesto, un ruolo primario.