

# Architectural approaches for the enhancement of stone Alpine heritage

Isabella Bianco<sup>a\*</sup>, Sara Fasana<sup>a</sup>, Pablo Angel Ruffino<sup>a</sup>

<sup>a</sup> DISEG, Department of Structural, Geotechnical and Building Engineering, Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino 10129 Italia

---

## Highlights

This paper focuses on the protection of the stone building heritage located in the Alps between Italy and Switzerland. It is shown the methodology in order to understand the complexity of the restoration and preservation in the specific context of rural stone constructions. It is demonstrated how proper surveys and targeted laboratory and in situ tests are necessary to rightly detect problems of different nature concerning the building (thermic and seismic problems, space management). Some possible architectural solutions are proposed.

---

## Abstract

The purpose of this paper is to show some of the results of the international project Interreg-AlpStone, whose main objective is the conservation and enhancement of the stone building heritage located in the Alps between Italy and Switzerland. The recovery of this heritage requires their adaptation to the current safety and comfort regulations, while at the same time the conservation of its traditional features. The work method of the research team is composed by the phases of documentation and analysis, laboratory and *in situ* experimentation and definition of architectural solutions.

---

## Keywords

Stone buildings, Cultural heritage, Recovery, Preservation, Ossola Valle

---

## 1. INTRODUZIONE

Il territorio alpino presenta un notevole patrimonio architettonico diffuso il quale, se correttamente recuperato e gestito, può costituire una preziosa risorsa sotto molteplici punti di vista. Esso infatti ha *in primis* un valore storico-sociologico: i materiali utilizzati, le soluzioni tecniche adottate, la distribuzione degli spazi e le peculiarità costruttive proprie di una certa area alpina sono infatti testimoni tangibili di una cultura, architettonica e sociale, che si è delineata nel corso dei secoli tramite il continuo adeguamento al contesto ambientale montano. Tali costruzioni hanno oggi un accresciuto valore economico in seguito al recente sviluppo del turismo alpino e al reinsediamento nelle terre alte: entrambi i fenomeni registrano maggiore successo nelle aree caratterizzate da un buon grado di conservazione. Infine, dal punto di vista ambientale, il recupero e il riuso di costruzioni esistenti contribuiscono a minimizzare il consumo di suolo e a riempire spazi vuoti, altrimenti consegnati all'abbandono. Questo articolo concerne in particolare le costruzioni di pietra presenti nel territorio transfrontaliero tra Italia (provincia del Verbano Cusio Ossola) e Svizzera (Canton Ticino) (Fig. 1) e illustra i principali risultati ottenuti nel corso della ricerca internazionale Interreg Alpstone a cui il dipartimento ISEG del Politecnico di Torino ha partecipato in qualità di partner italiano (il gruppo di ricerca è costituito dagli autori, dal coordinatore scientifico, arch. M. Zerbinatti, dai

---

\* Corresponding author. Tel.: +39-011-0905308; e-mail: isabella.bianco@polito.it

professori R. Nelva, P. Piumatti, P. Scarzella e dall'ing. A. Grazzini).

L'obiettivo principale di tale progetto di ricerca (conclusosi a dicembre 2014) è stato lo studio di soluzioni tecniche per adeguati interventi di conservazione e di recupero, tali da soddisfare gli standard normativi e le attuali esigenze di comfort senza compromettere il valore architettonico dell'edificio. Uno degli esiti della ricerca è stata la pubblicazione di un manuale operativo ("Manuale per il recupero del patrimonio architettonico di pietra tra Verbano Cusio Ossola e Canton Ticino") indirizzato ai professionisti che operano su tale patrimonio storico diffuso.



Figura 1. Naviledo. Tradizionali costruzioni di pietra situate in val d'Ossola, Italia.

## 2. STATO DELL'ARTE

Poiché per secoli la pietra è stata uno dei più importanti materiali da costruzione, esiste una vasta letteratura sulle tecniche costruttive utilizzate in passato. Tuttavia, l'introduzione del calcestruzzo armato nel XX secolo ha portato alla progressiva perdita delle maestranze tradizionali. Solo nel corso degli ultimi decenni, anche in seguito al riconoscimento degli edifici rurali come patrimonio culturale [1, 2], diverse associazioni locali e internazionali hanno condotto studi specifici su particolari costruzioni di pietra. La letteratura riguardante l'architettura alpina situata tra Italia e Svizzera consiste principalmente in testi storici [3, 4], antologie tipologiche [5, 6] o manuali tecnici redatti per studi locali [7, 8]. Tuttavia, le normative tecniche che definiscono i valori e le verifiche strutturali fanno generalmente riferimento a edifici di mattoni o di calcestruzzo. Per tale ragione, alcuni ricercatori hanno valutato le caratteristiche strutturali di murature di pietra [9, 10, 11]. L'ultimo standard italiano sulle costruzioni [12, 13] fornisce alcune linee guida per lo studio delle murature. La fase di rilievo e di reperimento di dati *in situ* resta molto importante in quanto l'aspetto esteriore del muro potrebbe nascondere le effettive caratteristiche della struttura, quali, per esempio, la presenza di elementi di interconnessione e collegamento trasversale (diatoni) tra paramenti opposti [14].

### **3. METODOLOGIA**

Il progetto di ricerca Interreg Alpstone è caratterizzato da una forte interdisciplinarietà, necessaria al fine di identificare soluzioni architettoniche che tengano in considerazione le caratteristiche dei materiali, la normativa vigente e le esigenze proprie della conservazione e della valorizzazione dell'architettura tradizionale. La ricerca è dunque stata articolata nei tre momenti fondamentali illustrati di seguito.

#### **3.1 Fase di analisi e rilievo**

Questa prima fase di conoscenza si articola a sua volta in più sottofasi, in funzione della scala di indagine. In primo luogo è necessaria la comprensione, a scala urbanistica, delle relazioni esistenti tra l'architettura tradizionale, l'orografia del territorio e le risorse locali. Scendendo a un grado di dettaglio maggiore, il rilievo è funzionale alla raccolta di dati sulle caratteristiche morfologiche e costruttive tradizionali dei vari tipi di manufatti. Quest'ultima analisi riveste molta importanza in vista del successivo intervento di riqualificazione, in quanto caratteristiche quali l'irregolarità dei muri, ad esempio, possono influenzare la scelta delle soluzioni per il miglioramento delle prestazioni energetiche e del comportamento sismico, la distribuzione degli impianti, ecc. Con ciò, sono stati eseguiti diversi tipi di rilievo: rilievi diretti (a scala urbanistica) di alcune borgate della val d'Ossola, rilievi LiDAR e fotogrammetrici (a scala edilizia) per studiare la morfologia delle strutture di pietra e di legno. Infine è stata proposta una classificazione tipologica dei manufatti, con particolare riferimento alle murature e ai tetti con manti di copertura di pietra.

#### **3.2 Fase di sperimentazione**

Il gruppo di ricerca Interreg Alpstone ha condotto una serie di sperimentazioni, sia in laboratorio sia *in situ* (Fig. 2), al fine di analizzare il comportamento e le proprietà meccaniche dei litotipi locali impiegati come materiale da costruzione (quali, ad esempio, le mensole dei balconi, le murature di pietra a secco, i tetti con manto di copertura in lastre di pietra). In particolare, in laboratorio sono stati condotti molteplici test per quantificare la resistenza dei provini a compressione e flessione, per la determinazione del modulo elastico statico e dinamico. Altri test sono invece stati sviluppati *in situ* al fine di valutare la resistenza della muratura in corrispondenza dei capochiave dei tiranti metallici.

#### **3.3 Fase di definizione di criteri per il progetto e di soluzioni tecniche**

Gli *output* delle precedenti fasi hanno fornito le informazioni necessarie per sviluppare una serie di soluzioni tecniche studiate *ad hoc* per le costruzioni alpine tradizionali di pietra. La maggiore sfida è consistita nel risolvere l'intreccio di problemi necessario a soddisfare gli standard di *comfort* e di igiene attesi, nonché a rispondere alle numerose prescrizioni prestazionali delle normative in materia di contenimento del consumo energetico e del comportamento statico e dinamico delle strutture.

Per quanto concerne il *comfort* igrotermico, sono stati studiati sistemi di isolamento termico, posti sul lato interno delle murature di pietra, che tengono conto del forte disallineamento tra i giunti e delle scarse dimensioni che sovente caratterizzano gli ambienti interni. Un'altra importante questione riguarda il soddisfacimento delle normative sismiche, le quali, in assenza di indirizzi vincolistici sul paesaggio, impongono interventi di *adeguamento* sismico anziché di *miglioramento*. Il gruppo di ricerca ha studiato

diverse soluzioni di intervento in grado di attivare il comportamento scatolare delle strutture e di rispettare al contempo il palinsesto originale delle architetture in questione.



*Figura 2. Fase sperimentale. A sinistra: test di laboratorio per la valutazione della resistenza a flessione di mensole di pietra. A destra: test svolto presso Veglio di Montecrestese per la valutazione della resistenza della muratura in corrispondenza di capochiavi metallici.*

#### **4. RISULTATI**

Ciascuna fase della ricerca ha prodotto risultati intermedi, relativi alla morfologia e alla struttura dell'architettura in questione, alle caratteristiche meccaniche degli elementi lapidei e alla resistenza delle murature in corrispondenza di tiranti metallici. Tali risultati hanno costituito una solida base per la successiva definizione di linee guida operative per la conservazione e il recupero delle architetture alpine tradizionali situate tra Italia e Svizzera. In questa sede sono illustrati i principali risultati relativi alla fase finale di studio, cioè quella relativa alla ricerca di adeguate soluzioni di architettura tecnica.

Dal punto di vista del *comfort* igrotermico, il gruppo di ricerca Interreg-Alpstone ha messo a punto alcune soluzioni (Fig. 3a) tali da ridurre i disperdimenti termici e da opporsi alla diffusione del vapore. Le stratigrafie proposte derivano da un approccio iterativo di ipotesi e verifica, in cui l'adeguatezza delle soluzioni è stata valutata in base alle indicazioni date dalla norma UNI 13788 (verifica tramite il calcolo della condensazione e il diagramma di Glaser), alle dimensioni degli ambienti interni e al tipo di superficie della muratura di pietra. Nel caso di muri con superficie regolare è infatti possibile creare una stratigrafia con camera d'aria ventilata e isolante termico in pannelli minerali; nel caso di superfici irregolari è proposta invece una soluzione con uno strato di circa 8 cm di intonaco ad elevata prestazione isolante.

Dal punto di vista sismico, il gruppo di ricerca Interreg-Alpstone ha elaborato alcune possibili soluzioni, di seguito sinteticamente illustrate:

- Inserimento di tirante con capochiave di adeguata forma e dimensione

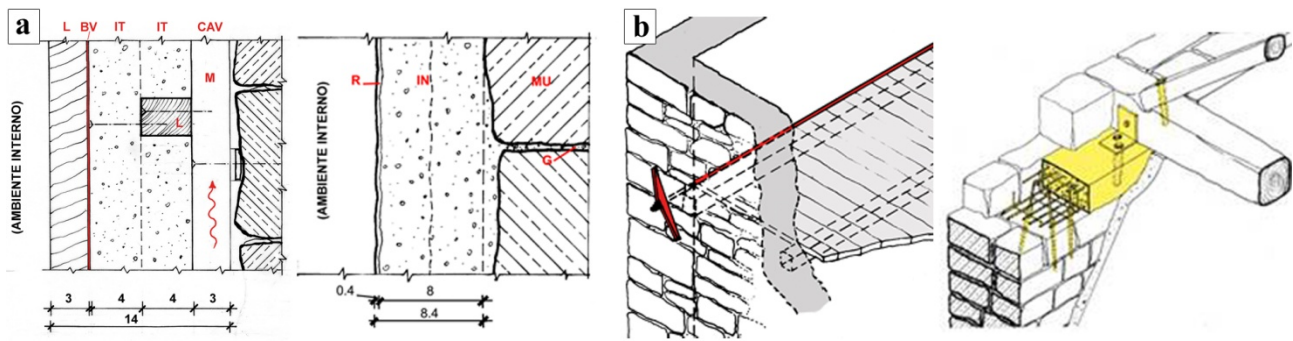


Figura 3. a) Sistemi di isolamento termico. A sinistra: soluzione con camera d'aria ventilata e isolante termico in pannelli minerali; a destra: soluzione con intonaco ad elevata prestazione isolante. b) Sistemi per il miglioramento sismico. A sinistra: inserimento di tirante con capochiave a paletto; a destra: ipotesi con soluzioni di cordoli sommitali.

- Inserimento di cordoli sommitali consolidati mediante l'inserimento di tele metalliche in matrice inorganica (letto di malte a base di calci idrauliche di adeguato modulo elastico)
- Irrigidimento e rafforzamento delle travi di legno
- Inserimento di controventamenti nella copertura

## 5. CONCLUSIONI

Il progetto di ricerca Interreg-Alpstone è stato sviluppato al fine di promuovere la conservazione e il recupero degli edifici tradizionali di pietra situati nelle Alpi tra Italia e Svizzera. A tal fine, è stato testato il comportamento meccanico dei litotipi locali in modo tale da garantire condizioni di sicurezza di elementi edilizi quali le murature e le mensole. In seguito sono state progettate alcune soluzioni architettoniche in grado di soddisfare le normative (in particolare in materia di efficienza energetica e di comportamento al sisma) e al contempo di preservare il valore storico e culturale degli edifici. Tuttavia, le soluzioni proposte non sono rigide e vanno adattate al caso specifico a seconda delle caratteristiche della costruzione e delle risorse locali disponibili. Nonostante il progetto sia giunto a conclusione, la ricerca nel campo della tutela del patrimonio dell'ambiente naturale e costruito situato nelle Alpi resta aperto. Ulteriori approfondimenti sono previsti al fine di realizzare sistemi diagnostici in grado di valutare l'integrità degli elementi di pietra per i balconi e di ideare un sistema di rinforzamento per le mensole poste in opera.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] C. Brandi, Teoria del restauro, Ed.di storia e letteratura, Roma 1963.
- [2] ICOMOS, Charter on the built vernacular heritage, 12th General Assembly, Mexico, 1999.
- [3] G. Simonis, Costruire sulle Alpi. Storia e attualità delle tecniche costruttive alpine, Tararà edizioni, Verbania 2008.
- [4] G. Simonis, Costruire con la pietra, BE-MA editrice, Milano 1983.
- [5] L. Dematteis, Case contadine nelle Valli dell'Ossola, Cusio e Verbania, Priuli&Verlucchi, Ivrea, 1985.
- [6] G. M. Conti, G. Oneto, Paesaggio di pietra, alberi e colore. L'architettura tradizionale nel Verbania-Cusio-Ossola, Alberti Libraio Editore, Intra 2002.
- [7] G. Buzzi, R. Bagutti, Valle Bavona. Manuale per la riattazione degli edifici, Fondazione Valle Bavona, Bignasco-Cavergno 2000.

- [8] M. Breil, Esperienze amministrative per la tutela del patrimonio culturale alpino, in Mamoli M. (a cura di), Progettare nello spazio alpino. Manuale per la tutela, la conservazione ed il recupero del paesaggio, degli insediamenti e delle architetture tradizionali, Vicenza 2001.
- [9] D. García, J. T. San-José, L. Garmendia, P. Larrinaga, Comparison between experimental values and standards on natural stone masonry mechanical properties, in *Construction and Building Materials*, Elsevier 2012, issue 28 (2012), 444–449.
- [10] G. Vasconcelos, P. B. Lourenço, Experimental characterization of stone masonry in shear and compression, in *Construction and Building Materials*, Elsevier 2009, issue 23, 3337–3345.
- [11] J. Milosevic, A. Sousa Gago, M. Lopes, R. Bento, Experimental assessment of shear strength parameters on rubble stone masonry specimens, in *Construction and Building Materials*, Elsevier 2013, issue 47, 1372–1380.
- [12] Nuove norme tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008, Ministero Infrastrutture e Trasporti, Roma.
- [13] Circolare n. 617 - 02.02.2009, Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, Ministero Infrastrutture e Trasporti, Roma 2009.
- [14] G. Cardani, L. Binda, Guidelines for the masonry quality evaluation in built heritage, *Built heritage 2013 monitoring Conservation Management*, November 2013, Milan, 18-20.uku. H. Janssen, S. Roels, Impact of wind-driven rain on historic brick wall buildings in a moderately cold and humid climate: Numerical analyses of mould growth risk, indoor climate and energy consumption, *Energy Build.* 41 (2009) 101–110. doi:10.1016/j.enbuild.2008.07.011.