

Soluzioni per migliorare resistenza e rigidezza delle murature esistenti: riflessioni sulla caratterizzazione meccanica in caso di interventi con intonaco armato

Alfonsina Capone

Il consolidamento delle pareti in muratura tramite intonaco armato è una tecnica fondamentale per migliorare la resistenza e la rigidezza delle strutture esistenti, specialmente in contesti sismici. Con il parere dell' "Area geologia, suoli e sismica" dell'Emilia Romagna vengono esaminati i dubbi relativi all'applicazione dei coefficienti migliorativi da applicare, in particolare riguardo allo spessore della parete e ai limiti massimi di applicabilità.

Coefficienti correttivi nel consolidamento: analisi della tabella C8.5.II

Spesso molti progettisti devono affrontare problematiche che riguardano il consolidamento delle pareti in muratura mediante intonaco armato. Questa tecnica viene utilizzata con lo scopo di migliorare la resistenza e la rigidezza delle murature esistenti, che in generale potrebbero essere vulnerabili durante eventi sismici. In particolare, tale tecnica di consolidamento prevede l'utilizzo di due strati di calcestruzzo armato (intonaco strutturale armato con rete metallica), applicati su entrambe le facciate della parete in muratura e collegati mediante connettori trasversali.

In questo modo si migliorerebbero le proprietà meccaniche della parete, sia in termini di resistenza che di rigidezza. Per garantire l'efficacia del consolidamento, è però essenziale che le lastre in calcestruzzo siano applicate su entrambi i lati della parete e che siano ben collegate tramite i connettori trasversali. Studi sperimentali hanno infatti dimostrato che l'utilizzo di una sola lastra su un solo lato della parete non produce i miglioramenti desiderati.

Fondamentale diventa la Circolare 7/2019 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che fornisce le istruzioni relativamente all'applicazione del DM 17 gennaio 2018 e stabilisce l'uso di coefficienti migliorativi per il consolidamento delle murature tramite intonaco armato. Di fatti, nella tabella C8.5.II della Circolare 7/2019 vengono individuati quali siano coefficienti correttivi massimi da applicare in presenza di determinati tipi di interventi come appunto quelli realizzati mediante l'intonaco armato. Inoltre la tabella sottolinea che il consolidamento tramite intonaco armato è particolarmente efficace solo se accompagnato da connessioni trasversali sistematiche tra i paramenti della muratura, senza i quali l'efficacia del consolidamento è ridotta e il coefficiente tenderebbe all'unità.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(**) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(***) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione f_m superiore a 2 N/mm². In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a $f_m^{0,35}$ (f_m in N/mm²).

(****) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

Tab. Estratto tabella C8.5.II della Circolare 7/2019 (Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti).

Ulteriori chiarimenti sui coefficienti migliorativi nel consolidamento delle pareti in muratura mediante intonaco armato vengono forniti con il parere n. 346/2025 dell' *Area geologia, suoli e sismica* dell'Emilia Romagna.

Come valutare l'efficacia del consolidamento con intonaco armato

Le pareti in muratura sono elementi strutturali di grande interesse tecnico soprattutto per quanto riguarda l'applicazione del metodo di miglioramento relativo all'intonaco armato, il quale è un tema di rilevante importanza, come delineato nella Circolare 7/2019 (Cap. C.8.5.3 e Tabella C8.5.II) del DM 2018. Recentemente all' *Area geologia, suoli e sismica* dell'Emilia Romagna è pervenuto un quesito che pone la questione sulla corretta applicazione del coefficiente migliorativo indicato nella Tabella C8.5.II della citata Circolare. In particolare, il quesito riguarda l'intervento di rinforzo di maschi murari tramite intonaco armato e la modalità di applicazione del coefficiente migliorativo, considerato in relazione allo spessore complessivo della parete dopo l'intervento.

Nel caso esaminato, il progettista applica il coefficiente migliorativo proposto dalla Tabella C8.5.II della Circolare 7/2019, ridotto dell'(0%...), tenendo conto dello spessore complessivo della parete dopo l'intervento. In altre parole, il coefficiente moltiplicativo viene applicato alla muratura maggiorata di uno spessore t' , dove t è lo spessore originario della parete e t' include anche lo spessore dell'intonaco armato. Questo approccio comporta che la rigidezza e la resistenza a taglio della parete siano calcolate per una muratura di spessore maggiorato, t' .

Detto ciò nascono due interrogativi:

- se sia corretto considerare che lo spessore dell'intonaco armato non debba essere conteggiato separatamente, essendo già incluso nel coefficiente migliorativo indicato dalla normativa;
- se il valore massimo del coefficiente (1,5) proposto dalla normativa rappresenti un limite superiore, da non superare, anche nel caso di consolidamento su un'unica faccia della parete. In questo caso, potrebbe essere accettato un valore intermedio, inferiore al valore medio tra 1 e 1,50.

Relativamente al primo punto sollevato l'Area competente nel ricorso alla Tabella C8.5.II della Circolare 7/2019, sostiene che **il calcolo del coefficiente migliorativo debba avvenire tenendo conto solo dello spessore ante intervento della parete, ossia senza l'intonaco armato** (t non t'). Infatti il coefficiente migliorativo indicato nella tabella considera già l'aumento di spessore della parete conseguente all'intervento, inoltre la stessa Circolare afferma che l'effetto del consolidamento tramite intonaco armato può essere stimato considerando gli spessori della parete e dell'intonaco armato, ma in mancanza di valutazioni specifiche, è possibile ricorrere al coefficiente tabellare applicabile ai parametri di resistenza e moduli elastici dei materiali pre-intervento.

Per quanto riguarda il secondo punto viene confermato che **i valori riportati nella Tabella C8.5.II sono coefficienti correttivi massimi**. La Circolare 7/2019, inoltre, sottolinea che il consolidamento con intonaco armato perde di efficacia in assenza di connessioni trasversali sistematiche e la sua efficacia è ulteriormente ridotta quando applicato su una sola faccia della parete. In virtù di ciò **il progettista deve tenere in considerazione la riduzione dell'efficacia dell'intervento e valutare la riduzione del coefficiente** indicato nella tabella, in modo appropriato.

La normativa offre delle linee guida precise sull'applicazione dei coefficienti migliorativi nel consolidamento delle pareti in muratura mediante intonaco armato, ma lascia al progettista la scelta di quale coefficiente applicare, tenendo opportunamente conto dello stato dei luoghi e della modalità di applicazione dell'intervento, fatto salvo che tale coefficiente vada applicato al materiale esistente e allo spessore ante intervento, nei limiti massimi indicati nella tabella. Ecco perché il progettista deve valutare attentamente il caso su cui sta lavorando, considerando le caratteristiche della parete e le condizioni operative del consolidamento, applicando adeguatamente i coefficienti di rinforzo, affinché sia consentita una corretta valutazione dell'efficacia dell'intervento.