

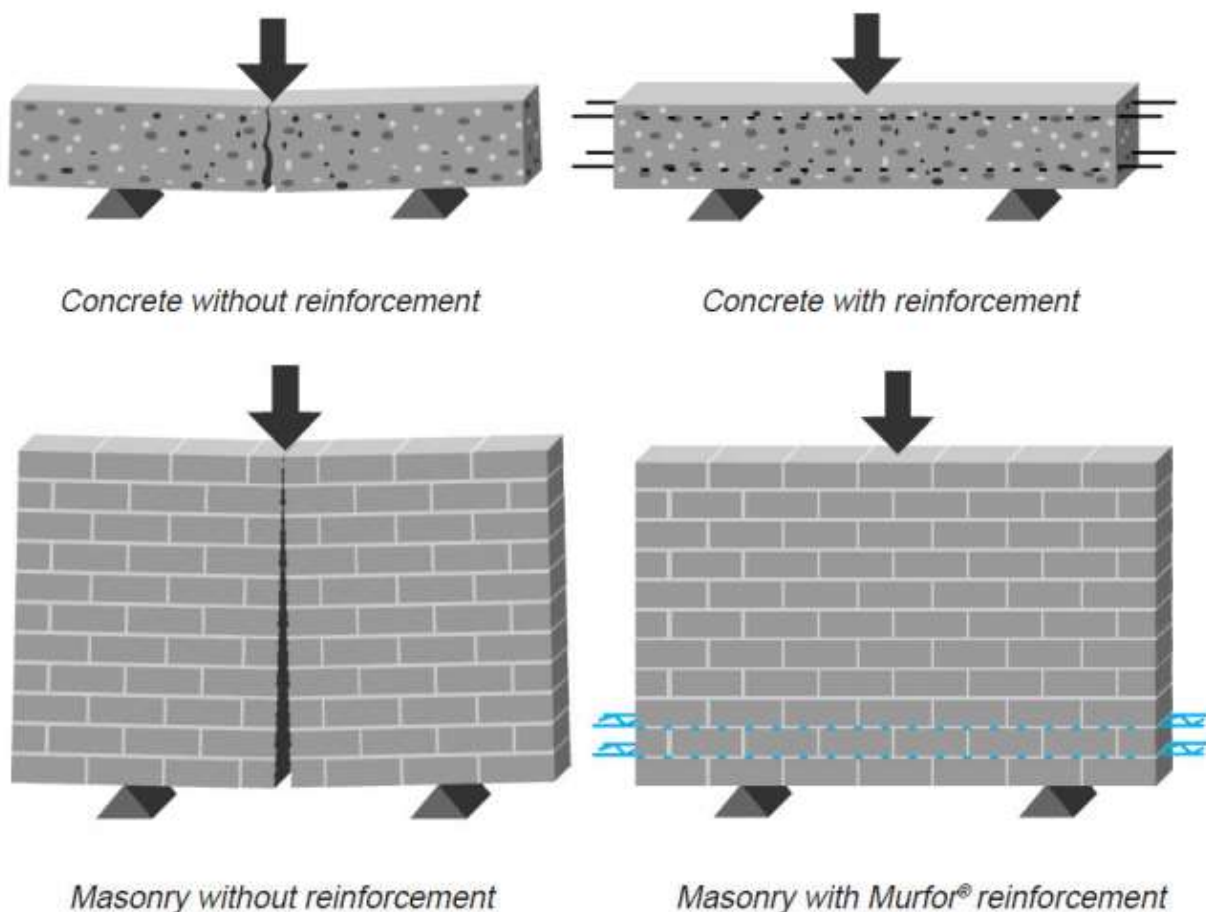
## **MURFOR: la soluzione di Bekaert per il rinforzo antisismico delle murature**

**Leon Bekaert**

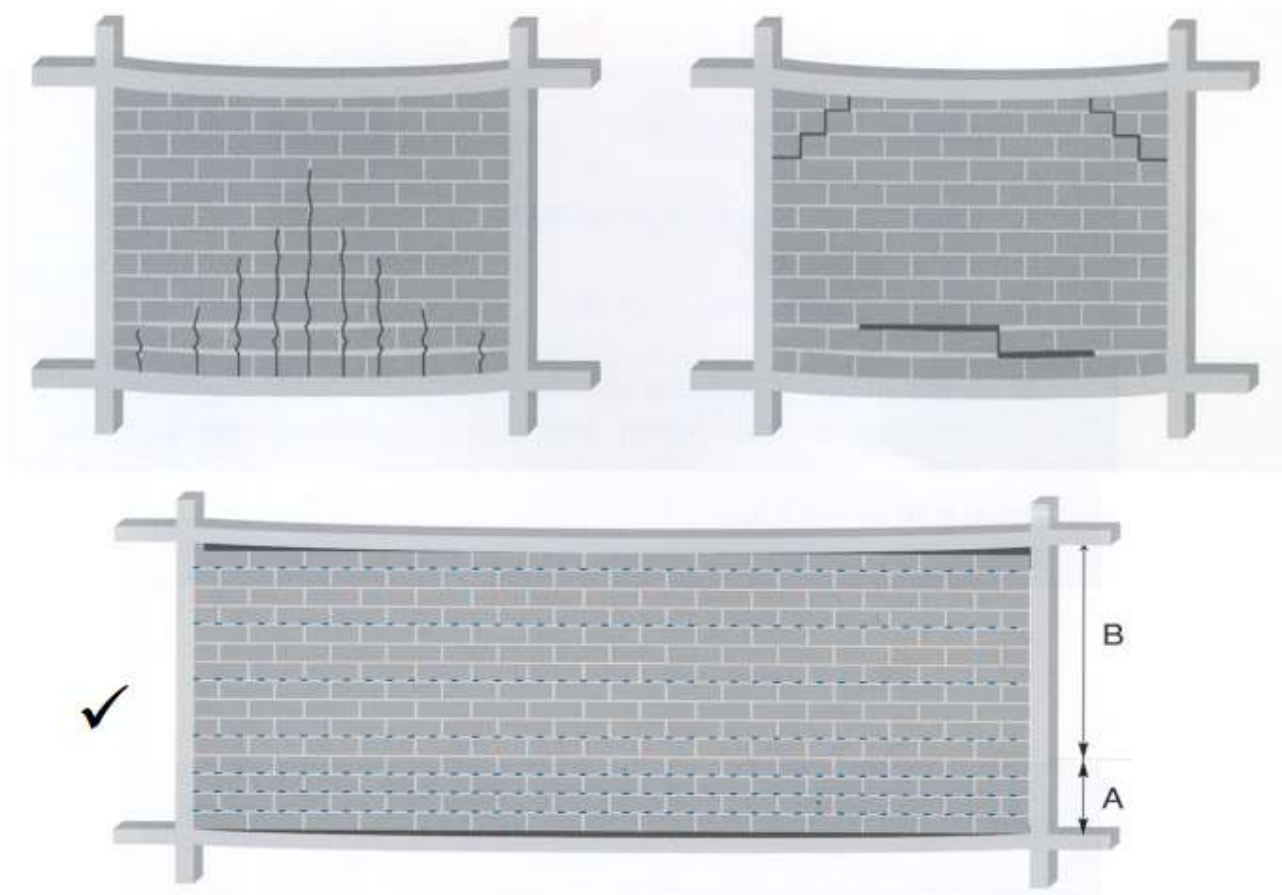
Da tempo, le pareti di tamponamento in muratura costituiscono la soluzione più frequentemente adottata in Italia per la realizzazione dell'involucro esterno delle strutture residenziali e rappresentano un'opzione utilizzata anche nel caso di edifici industriali o artigianali. Questa scelta è legata ad una serie di indubbi vantaggi di questa soluzione costruttiva, quali l'economicità, la semplicità esecutiva e le prestazioni termiche e acustiche.

Negli edifici residenziali si tratta spesso di tamponature in muratura non armata generalmente abbinate a strutture realizzate con telai e/o pareti in calcestruzzo armato, mentre le grandi luci e altezze delle strutture industriali portano usualmente a progettare e realizzare pareti in muratura armata.

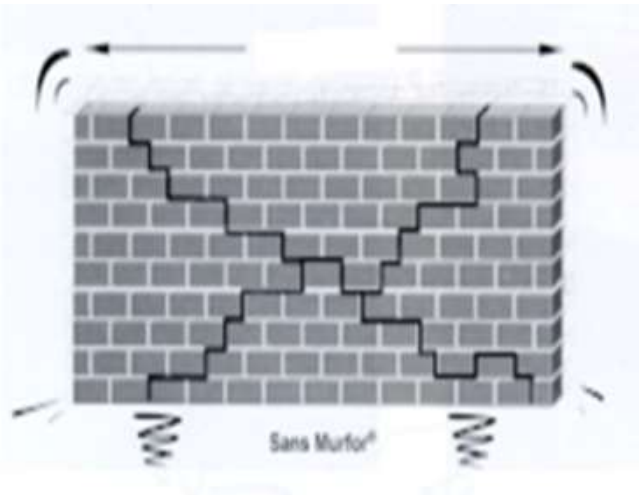
Gli eventi sismici che hanno colpito il nostro Paese, anche di recente, hanno messo in luce la notevole vulnerabilità di questi elementi, considerati, spesso a torto, come "non strutturali" e, quindi, non considerati adeguatamente nella progettazione. Nel caso di risposta sismica delle costruzioni questi elementi possono esibire alcuni comportamenti particolarmente sfavorevoli.



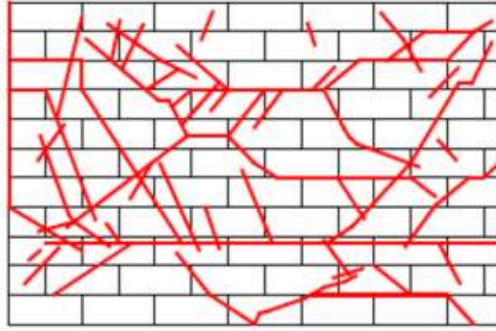
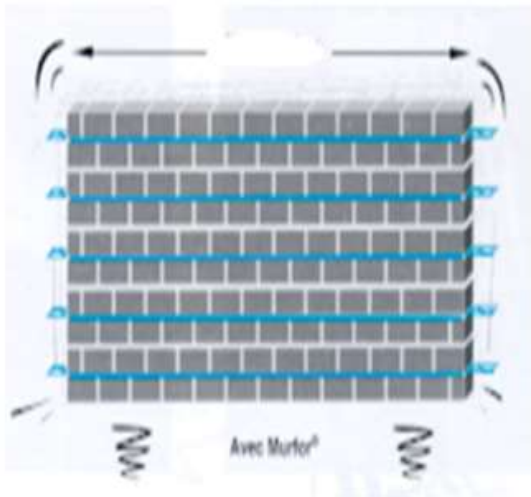
Nel caso di tamponature particolarmente "robuste", esse possono interferire con la risposta globale della struttura e, se disposte in modo irregolare (ad es. piano terra non tamponato), possono influenzare negativamente il comportamento strutturale concentrando il danneggiamento in punti sfavorevoli.



Se soggette a deformazioni nel piano, le tamponature tendono a danneggiarsi precocemente per taglio, con fessurazioni gravi per livelli di deformazione modesti se confrontati con le capacità di spostamento della struttura a telaio. Le pareti danneggiate nel piano risultano più vulnerabili ad azioni dirette perpendicolarmente al loro piano: in molti casi si sono osservati collassi di pareti ai piani bassi delle costruzioni ovvero dove era maggiore il danneggiamento nel piano.



Il danneggiamento osservato negli edifici con tamponamenti in muratura è stato in molti casi ritenuto inaccettabile benché associato ad elementi non strutturali e, quindi, in qualche modo atteso per eventi relativamente severi. Il danno ai tamponamenti può rappresentare una causa di pericolo per le vite umane (all'interno e all'esterno dell'edificio), comporta l'inagibilità almeno temporanea della costruzione oltre che un danno economico diretto (Suçuoglu, 2013).

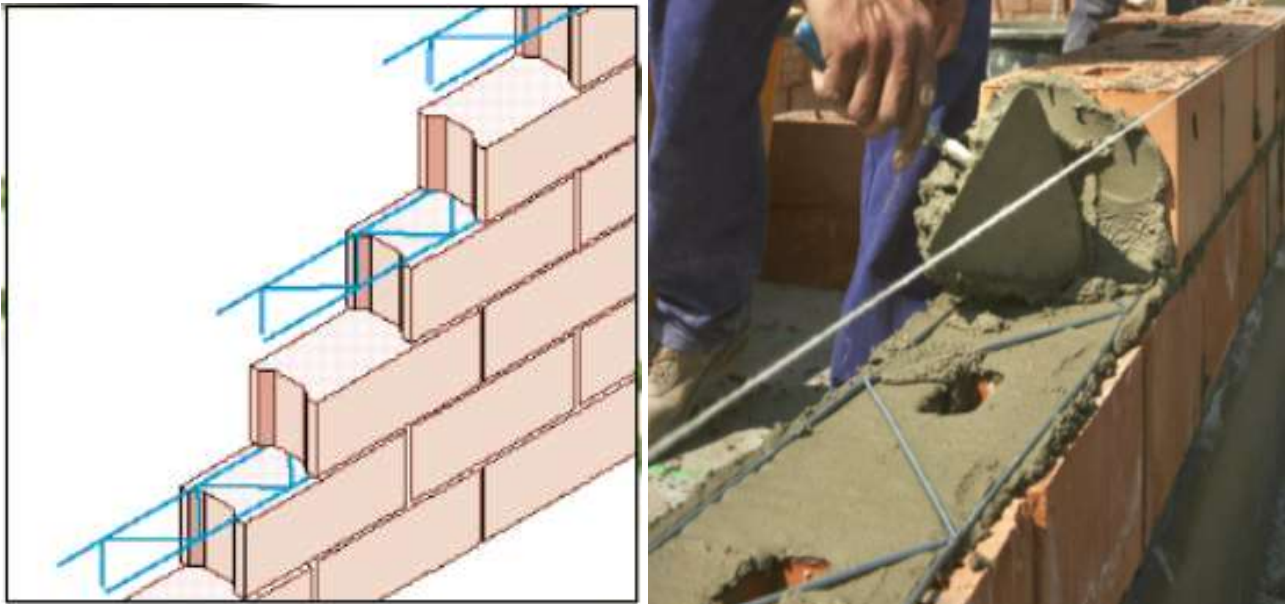


In questo quadro si comprendono le attenzioni delle Norme Tecniche (sia nella versione 2008 sia nella più recente revisione) alle soluzioni che limitino la danneggiabilità dei tamponamenti. Tra queste si segnalano due opposte strategie: l'una che mira a svincolare il tamponamento dal telaio e, quindi, a fare in modo che non risenta della deformazione della struttura e l'altra finalizzata ad incrementare la capacità deformativa del pannello, ovvero a ridurre il danno al pannello di tamponamento a parità di deformazione imposta.

Nella prima strategia vengono realizzati dei giunti di separazione tra tamponatura e telaio, che proteggono il pannello murario da danni dovuti all'interazione con il telaio e che richiedono però accorgimenti specifici per l'isolamento termico e acustico, così come soluzioni tecniche atte a limitare la vulnerabilità fuori piano.

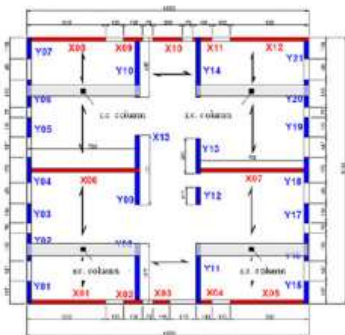
Nel secondo caso, per limitare il danno al tamponamento si può inserire dell'armatura orizzontale nei letti di malta, in barre o ancor meglio a traliccio. L'armatura prefabbricata a traliccio, tipo MURFOR® ha infatti diversi vantaggi:

garantisce una distanza costante e il parallelismo tra le barre (o piatti) correnti, ha in generale lunghezze di ancoraggio ridotte e può essere utilizzata anche nel caso di pareti doppie con cavità interne per accoppiarne il comportamento nel piano e fuori piano.

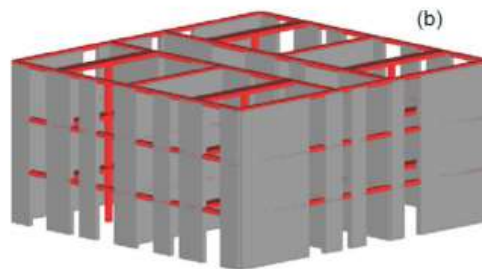


L'utilizzo di armature orizzontali diffuse in basse percentuali è molto efficace nella limitazione delle fessurazioni. Sperimentazioni condotte presso l'Università di Pavia (Calvi e Bolognini, 2001) e la Fondazione EUCENTRE (Penna et al., 2007) su diverse tipologie di murature tamponamento hanno mostrato come l'inserimento di quantità di armatura anche modeste permetta di incrementare notevolmente la capacità di spostamento dei pannelli, senza alterarne la rigidezza iniziale, la resistenza massima e, soprattutto, senza attivare interazioni negative con gli elementi del telaio in calcestruzzo armato. Nelle prove effettuate non sono state realizzate connessioni specifiche o ancoraggi dell'armatura orizzontale nei pilastri del telaio. Si ritiene, infatti, che questa pratica, per quanto comunemente utilizzata anche con soluzioni tecniche "a posteriori" (dopo la maturazione del calcestruzzo del pilastro), abbia in realtà un'efficacia limitata, ponendo invece notevoli problemi esecutivi e di durabilità.

## EUCentre Italia



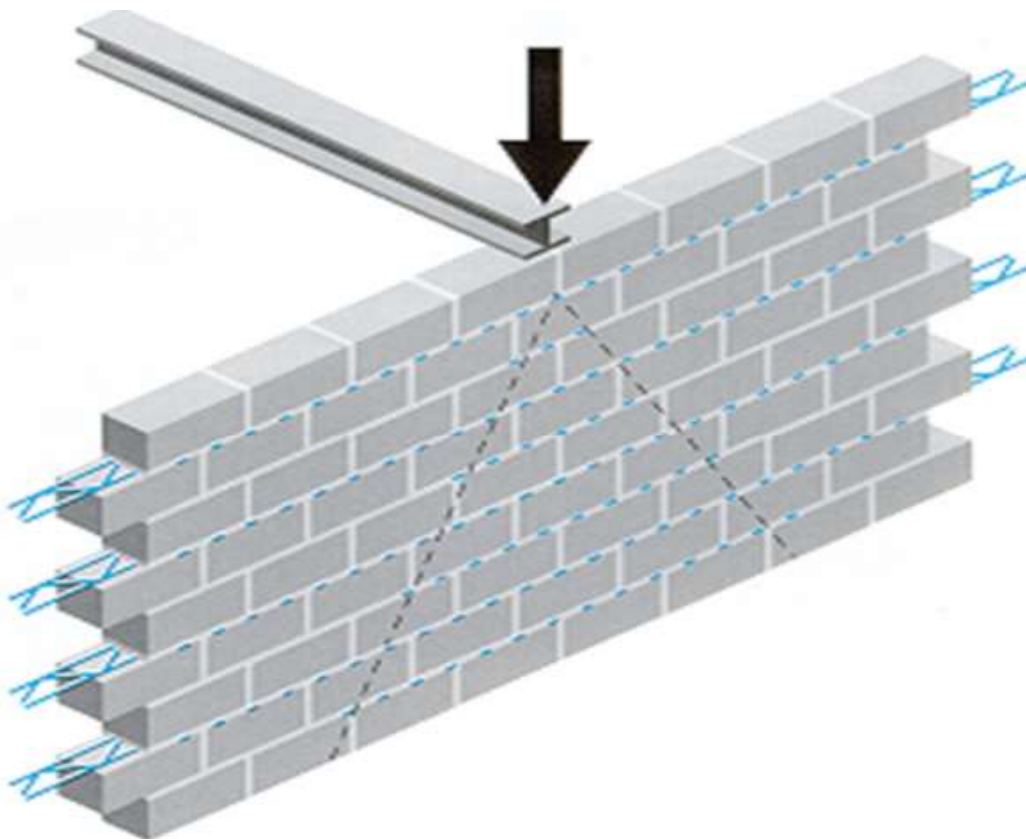
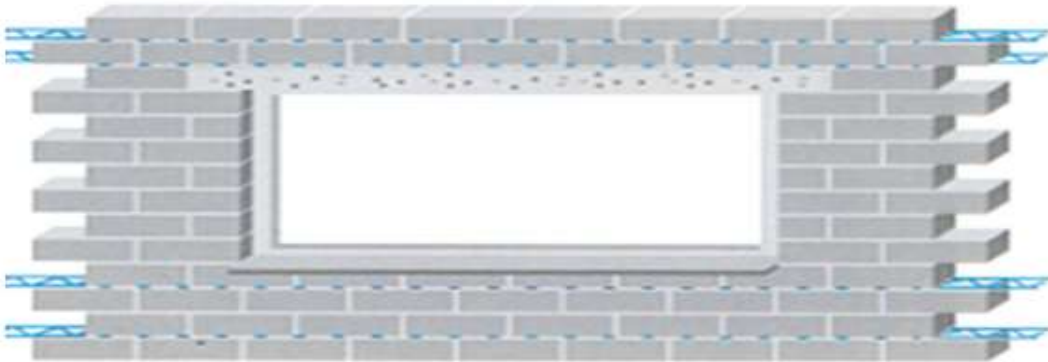
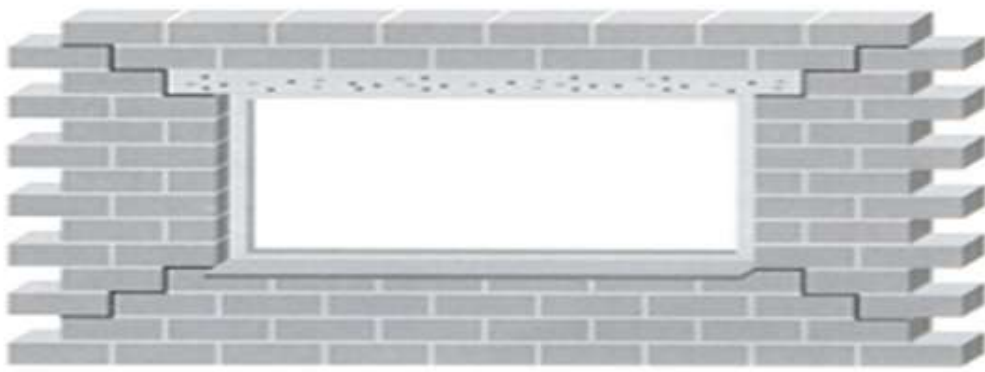
(a)



(b)

- Test con calcestruzzo aerato rinforzato con Murfor® EFS
- Capacità di spostamento +176%

Le Norme Tecniche 2008, peraltro, incentivano questo tipo di soluzione, consentendo in questi casi di omettere una verifica esplicita della stabilità della parete di tamponamento nei riguardi del ribaltamento fuori piano, verifica invece richiesta nel caso di pareti non armate.



- Calvi G.M., Bolognini D. (2001). Seismic response of reinforced concrete frames infilled with weakly reinforced masonry panels, *Journal of Earthquake Engineering*, 5 (2): 153-185.
- Penna A., Calvi G.M., Bolognini D., 2007, Design of masonry structures with bed joint reinforcement, Intl. Seminar "Paredes de Alvenaria. Inovação e possibilidades actuais" 15 novembre 2007, LNEC Lisboa.

- Suçuoğlu H. (2013) Implications of masonry infill and partition damage in performance perception in residential buildings after a moderate earthquake, Earthquake Spectra, 29 (2): 661-667.

Per maggiori informazioni richiedi il catalogo e la scheda tecnica MURFOR a:

**Pier Paolo Fumagalli**

Sales & Marketing Manager Murfor®

M +39 334 6534430

T +39 02 48481212

[pierpaolo.fumagalli@bekaert.com](mailto:pierpaolo.fumagalli@bekaert.com)