



TAMPONATURE ANTIESPULSIONE

perchè la ricerca
approccio ed obiettivi
risultati ottenuti
sistema costruttivo
prodotti: scheda tecnica

perchè la ricerca?

La muratura di tamponatura o muratura di tamponamento, denominata anche muratura di tompagno in particolare nel sud dell'Italia, riveste un ruolo fondamentale di chiusura tra spazio interno ed esterno oltre che di separazione degli spazi interni, regolando l'interscambio tra i due ambienti che separa.

La sicurezza delle tamponature

La tamponatura e la sua sicurezza, sono argomenti che stanno ricevendo crescente attenzione all'interno della Normativa Nazionale a partire dalla O.P.C.M. 3274 del 2003. Il D.M. 14/01/2008 obbliga infatti a svolgere la verifica di resistenza fuori piano delle tamponature (v. §7.2.3), inoltre obbliga ad adottare magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione fuori piano allo stato limite di vita (v. §7.3.6.3).

D'altra parte la normativa esplicita la procedura per il calcolo della sollecitazione, ma non quella per il calcolo della resistenza fuori piano; inoltre i magisteri che vengono richiesti dalle NTC 2008 e che la Circolare 617 del 02/02/2009 propone, certamente sono migliorativi, ma non è possibile valutarne l'esatto livello di sicurezza in relazione anche al costo del magistero. In generale dunque, il metodo progettuale proposto dalla normativa presenta delle lacune, che non permettono di valutare il livello di sicurezza delle tamponature in funzione alle diverse zone sismiche e tipologie edilizie [1, 2].

L'importanza della sicurezza della tamponatura emerge chiara dalla normativa stessa, che sta dedicando sempre più spazio a tale argomento. D'altra parte per colmare le lacune attualmente presenti, è necessario uno sforzo ulteriore, anche per evitare scenari come quelli visti in seguito al recente terremoto del 6 Aprile 2009 a L'Aquila, che non ha fatto altro che confermare quanto già osservato in terremoti precedenti.

La fase di ricognizione dei danni post-terremoto, ha infatti evidenziato come espulsione fuori piano delle tamponature possa essere causa di danni a cose,



Fig. 1 - Danni alle tamponature durante le ricognizioni dopo il terremoto di L'Aquila.

ferimento di persone ed intralcio delle vie di fuga come documentato in figg. 1,2 [3, 4, 5, 6].

Gli studi condotti in seguito alla ricognizione dei danni de L'Aquila, hanno sottolineato anche un altro aspetto che spesso viene trascurato.

Si è verificato come costruzioni prive di danni strutturali, avessero diffusi danneggiamenti agli elementi non strutturali, tali da non permettere l'agibilità della costruzione e condurre ad elevati costi di riparazione [7, 8, 9].

Questo ha portato in alcuni casi a rendere vantaggiosa la demolizione e ricostruzione piuttosto che la riparazione di alcuni edifici. Tutto ciò a conferma dei risultati ottenuti da vari studi condotti fuori dall'Italia [10, 11].

Il sistema costruttivo della tamponatura antiespulsione

In questo contesto, Cis Edil S.r.l. si è posta l'obiettivo di investigare ed approfondire le conoscenze relative alle problematiche della tamponatura, arrivando a mettere a punto un



sistema costruttivo basato sull'impiego di un blocco appositamente sviluppato (brevetto, domanda N. PD 2011 A 294).

Il sistema costruttivo è stato sviluppato con lo scopo di realizzare delle tamponature in grado di garantire un elevato livello di sicurezza, ed è stato dunque sottoposto ad una campagna di prove sperimentali presso il Dipartimento di Costruzione e Trasporti dell'Università degli Studi di Padova per valutarne le prestazioni ed in particolare la capacità di resistere all'espulsione fuori piano.



Fig. 2 - Danni alle tamponature durante le ricognizioni dopo il terremoto di L'Aquila.

tamponature antiespulsione

per pareti di chiusura con elevata resistenza alle azioni sismiche

approccio ed obiettivi

Il progetto di ricerca sperimentale nato dalla collaborazione tra Cis Edil S.r.l. e il Dipartimento di Costruzione e Trasporti dell'Università degli Studi di Padova, tramite l'analisi di esperienze passate (ricerche sperimentali e danni dovuti ad eventi sismici) ha condotto alla definizione e perfezionamento di un sistema costruttivo innovativo per gli elementi non strutturali, basato sull'utilizzo del blocco POROTON® P69TA appositamente sviluppati da Cis Edil. Tale sistema costruttivo consente di realizzare tamponature monostrato in laterizio, che possono all'occorrenza ospitare armatura orizzontale e verticale.

Prestazioni delle tamponature

Le prestazioni meccaniche, del sistema per gli elementi non strutturali, sono state investigate svolgendo prove sperimentali a scala reale, realizzando dei campioni costituiti da un telaio in c.a. ad una campata e ad un piano, tamponato con il sistema costruttivo sviluppato nelle due versioni: tamponatura non armata e tamponatura armata

campioni sono stati sottoposti ad azioni cicliche orizzontali nel loro piano (fig. 1), fino a spostamenti corrispondenti a diversi livelli di danneggiamento predefiniti, in seguito le pareti di tamponatura sono state sottoposte ad azioni monotone fuori piano (fig. 2).

Le prove sono state svolte mantenendo un carico verticale costante in corri-

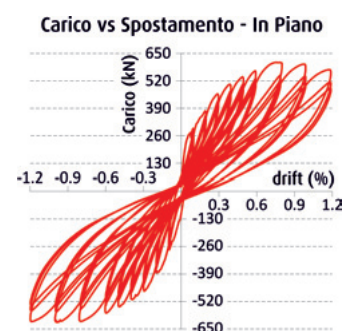
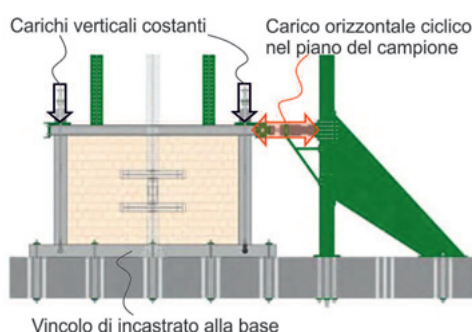


Fig. 1 - Vista frontale del sistema di prova e ciclo di isteresi delle prove nel piano.

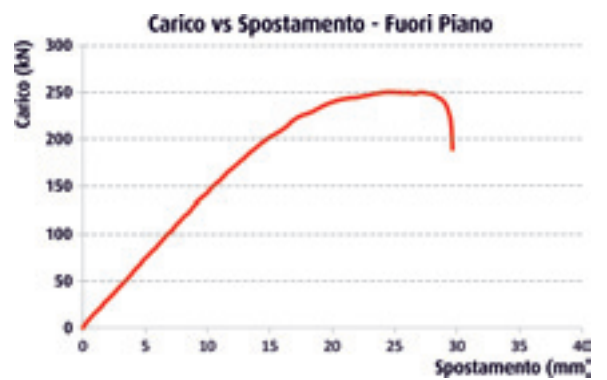


Fig. 2 - Vista laterale del sistema di prova, e curva di carico delle prove fuori piano.

spondenza dei pilastri, a simulare i carichi gravitazionali al piano terra di una costruzione a tre piani.

Il programma sperimentale è consistito nel testare un totale di cinque campioni: un telaio in c.a. non tamponato, usato come riferimento per il comportamento nel piano, due campioni tamponati con muratura non armata e 2 campioni tamponati con muratura armata.

Obiettivi della prova sperimentale

Gli obiettivi del programma sperimentale erano principalmente tre:

- verificare lo stato di danneggiamento del sistema di tamponatura antiespulsione proposto per uno spostamento nel piano $\Delta r = 0,005 \cdot h$ (ossia drift = 0,5%), fissato come li-

mite superiore di spostamento interpiano consentito per evitare danneggiamenti allo stato limite di esercizio, secondo le NTC 2008 (v. §7.3.7.2);

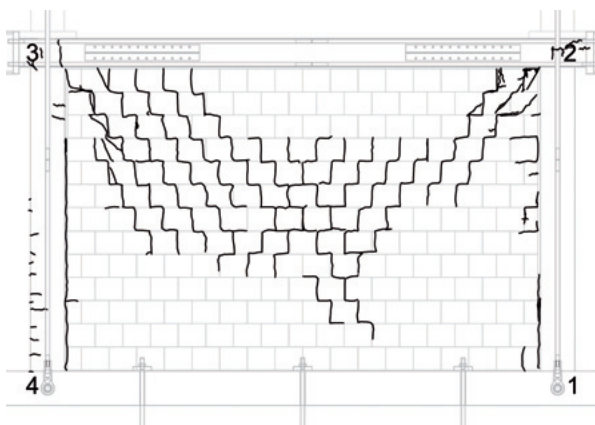
- verificare la resistenza fuori piano del sistema di tamponatura antiespulsione proposto per crescenti livelli di danneggiamento nel piano, da confrontarsi con la richiesta di resistenza dovuta alle sollecitazioni sismiche calcolate secondo le NTC 2008 (v. §7.2.3);
- confrontare direttamente il comportamento della tamponatura non armata con quello della tamponatura armata.

risultati ottenuti

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che:

- lo stato di danneggiamento del sistema di tamponatura antiespulsione per lo spostamento nel piano $dr = 0,005 \cdot h$ (ossia drift = 0,5%) è stato rilevato essere molto contenuto in entrambi i casi, tamponatura non armata e tamponatura armata, essendo le fessure di entità minima e interessando in minima parte i blocchi (figg. 1,2); inoltre la tamponatura non induce un danneggiamento locale sul telaio in c.a. Dunque il sistema antiespulsione sviluppato è in grado di garantire l'agibilità della costruzione nel caso di terremoti che non danneggiano la struttura portante, scongiurando ogni pericolo di danneggiamento a cose e ferimento di persone;
- la resistenza fuori piano della tamponatura antiespulsione ottenuta sperimentalmente, è risultata maggiore della richiesta di resistenza dovuta alle azioni sismiche nell'ipotesi di trovarsi in zona sismica 1 con edificio a tre piani, calcolata secondo NTC 2008 (v. §7.2.3). La tamponatura non armata ha raggiunto resistenze 14 volte superiori alla richiesta delle NTC 2008, mentre la tamponatura armata ha raggiunto resistenze 17 volte superiori alla richiesta delle NTC 2008 (fig. 3);
- la tamponatura armata ha fornito una resistenza fuori piano di circa 15% maggiore della tamponatura non armata per il livello di danneggiamento nel piano corrispondente allo stato limite di esercizio (drift = 0.5%), divario che aumenta fino a raggiungere il 30% circa per un livello di danneggiamento nel piano maggiore corrispondente al drift imposto dell'1.2% (fig. 3 e fig. 4).

Fig. 1 - Quadro fessurativo rilevato e foto corrispondente al danneggiamento nel piano allo 0.5% di drift - tamponatura antiespulsione non armata.



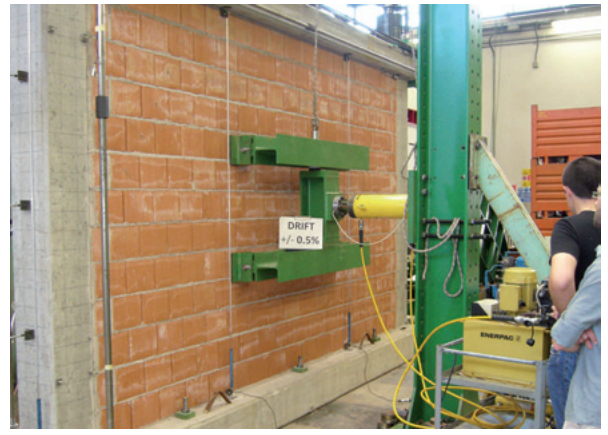
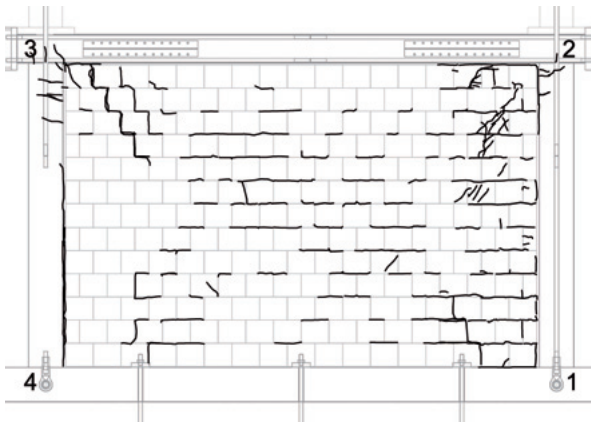


Fig. 2 - Quadro fessurativo rilevato e foto corrispondente al danneggiamento nel piano allo 0.5% di drift - tamponatura antiespulsione armata.

Sicurezza 15 volte superiore a quella richiesta dalla normativa

In sintesi è possibile affermare che la prestazione del sistema di tamponatura antiespulsione sviluppato, e dettagliatamente descritto nella sezione "sistema costruttivo", è più che soddisfacente, ed è in grado di garantire un elevato livello di sicurezza, sia per terremoti di piccola entità (stato limite di esercizio) che per terremoti di elevata entità (stato limite di vita), il livello di sicurezza inoltre è esattamente quantificato dal rapporto tra resistenza sperimentale e richiesta di resistenza in zona 1 secondo NTC 2008 ed è pari a: 14 per la tamponatura non armata e a 17 per la tamponatura armata.

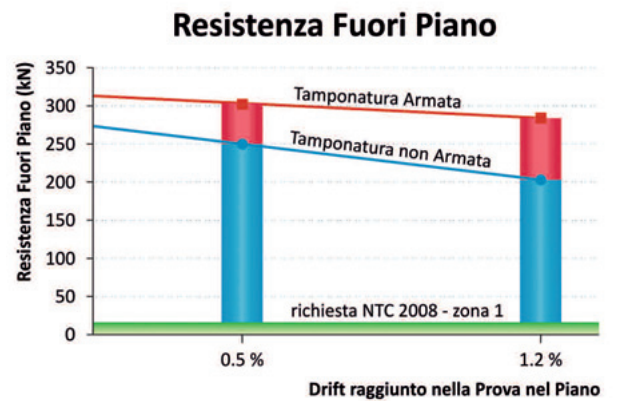


Fig. 3 - Resistenze Forza Fuori Piano ottenute dalle prove sperimentali in relazione alla resistenza richiesta dalle NTC 2008 per edifici di piccola/media dimensione in zona sismica 1.

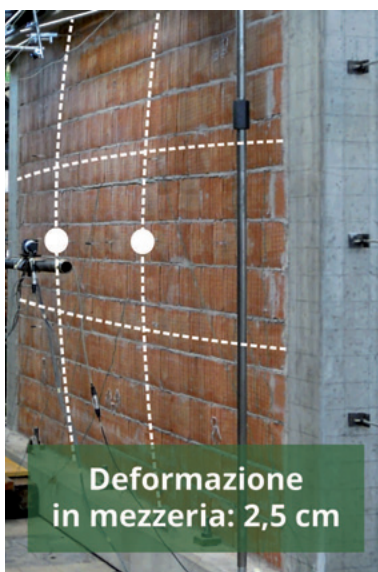


Fig. 4 - Tamponatura antiespulsione armata al carico massimo della prova fuori piano: precedentemente danneggiata nel piano fino allo 0.5% di drift (sx), precedentemente danneggiata nel piano fino al 1.2% di drift (dx).

tamponature antiespulsione

per pareti di chiusura con elevata resistenza alle azioni sismiche

sistema costruttivo

Il sistema costruttivo per realizzare tamponature antiespulsione si basa su due fattori fondamentali tra loro interconnessi:

1. la costruzione della parete di tamponatura adottando il blocco POROTON® P69TA recentemente sviluppati da Cis Edil;
2. la realizzazione del collegamento tra parete di tamponatura e telaio in c.a. secondo le regole/indicazioni di seguito descritte.

1. Costruzione della parete di tamponatura

Il sistema costruttivo è basato sull'impiego del blocco P69TA e il mezzo blocco di completamento.

La malta impiegata per l'allettamento dei blocchi è una normale malta M10, che viene stesa per realizzare un giunto orizzontale di malta continuo, dello spessore di circa 1 cm.

La posa del blocco P69TA avviene con giunto verticale a secco, dato che il blocco è ad incastro, questo permette di velocizzare i tempi e la precisione di posa, oltre che ridurre il consumo di malta (fig. 1).

All'occorrenza è possibile posizionare all'interno della muratura, delle barre di armatura orizzontale e verticale, in modo da realizzare una tamponatura antiespulsione armata.

Fig. 1 - Fasi realizzative della tamponatura non armata.





Fig. 2 - Fasi realizzative della tamponatura armata.

In questo caso le armature orizzontali vengono disposte all'interno del letto di malta, mentre le armature verticali vengono installate prima della realizzazione della parete, infatti la particolare conformazione del blocco P69TA, permette di costruire agevolmente la parete in muratura attorno alle armature stesse.

I vani verticali dei blocchi che ospitano le armature, devono essere riempiti ad ogni corso con la stessa malta adottata per l'allettamento dei blocchi (fig. 2).

2. Ancoraggio delle armature con il telaio in c.a.

La tamponatura antiespulsione deve essere costruita in aderenza al telaio in c.a. ed è stata studiata in modo da non richiedere l'impiego di ferri di collegamento con i pilastri o l'ancorag-

gio delle armature orizzontali con gli stessi. Il sistema costruttivo prevede di realizzare la tamponatura in modo da arrivare in prossimità dei pilastri e della trave di sommità in c.a., e di chiudere accuratamente lo spazio rimanente tra tamponatura e telaio utilizzando la stessa malta impiegata per la costruzione della tamponatura (fig. 3). Una regola pratica importante per la corretta realizzazione della tamponatura antiespulsione, consiste nel calcolare preventivamente il numero di corsi di blocchi interi da realizzare in altezza (fig. 4), suddividendo equamente l'altezza "giocando" sullo spessore dei giunti di malta orizzontali. Inoltre si deve avere cura di lasciare 2 cm circa tra ultimo corso di blocchi POROTON® P69TA e la trave di sommità, spazio necessario a realizzare correttamente il giunto di malta di interfaccia tra tamponatura e trave.



Fig. 3 - Posa dell'ultimo corso di blocchi (prima, seconda immagine) e tamponatura antiespulsione conclusa (terza immagine).

prodotti: scheda tecnica

Il sistema costruttivo per realizzare tamponature esterne antiespulsione, utilizzato nella progettazione antisismica, è basato sull'impiego del blocco POROTON® P69TA recentemente sviluppato da Cis Edil. Il blocco P69TA è un mattone ad incastro caratterizzato da due fori di presa che all'occorrenza, rompendo le cartelle esterne preincise (fig. 1), possono ospitare l'armatura verticale. Tale accorgimento permette di posarlo dopo che l'armatura verticale è stata messa in opera, costruendo così la tamponatura esterna attorno alle armature già posizionate.

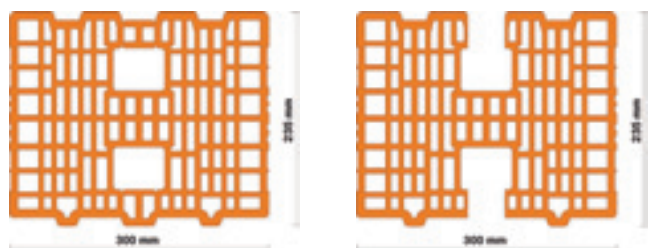


Fig. 1 - Blocco POROTON® P69TA: sezione orizzontale standard e sezione orizzontale con cartelle esterne preincise rotte per alloggiare l'armatura verticale.

La particolare conformazione della foratura alle estremità del blocco insieme alla preincisione delle cartelle esterne permette di agevolare la realizzazione delle tracce per gli impianti.

Le peculiarità del blocco P69TA sono innovative rispetto ai prodotti di corrente impiego, e come tali protette da brevetto (domanda N. PD 2001 A 294).

Il sistema costruttivo viene poi completato con l'impiego del mezzo blocco MA124, il quale viene usato per sfalsare correttamente i corsi di blocchi successivi.



P69TA - 30x23,5x19



MA124 - 12x30x19

Blocchi	P69TA	MA124
Dimensioni (cm)	30x23,5x19	12x30x19
Peso (kg)		5,8
N. pezzi / m ³	69	124
N. pezzi / m ²	21	
Trasmittanza (W/m ² K)	0,544	

Bibliografia

- 1 "Comportamento e verifica dei tamponamenti soggetti ad azioni sismiche", Mosele F., Bari L., Murature Oggi, N°109, numero 2 del 2011
- 2 "Prestazioni delle tamponature e tramezzature negli edifici in c.a.: implicazioni progettuali e costruttive alla luce dell'esperienza del terremoto dell'Abruzzo 2009", Masi A., Manfredi V., Vona M., Braga F., Salvatori, Progettazione Sismica, n.3, 2010
- 3 "Terremoto in Abruzzo: analisi delle problematiche strutturali", Bari, Calliari, Murature Oggi, N°103, numero 2 del 2009
- 4 "Report on the damages on buildings following the seismic event of 6th April 2009 time 1:32 (UTC) - L'Aquila M=5.8", Verderame, Iervolino, Ricci; link: report di danneggiamento
- 5 "Linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni" pubblicato da Reluis; link: linee guida per la riparazione e il rafforzamento di elementi strutturali, tamponature e partizioni
- 6 "Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti" pubblicato da Reluis; link: Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti
- 7 "Analisi critica degli interventi su strutture in c. a. lievemente danneggiate dal sisma de 'Aquila", Tesi di Laurea di Migliavacca C., Università di Napoli, Relatore Prof. Prota A., 2010
- 8 "Analisi critica degli interventi su strutture in c. a. lievemente danneggiate dal sisma de L'Aquila", Tesi di Laurea di Santagata M, Università di Napoli, Relatore Prof. Prota A., 2010
- 9 "Masonry enclosure walls: lessons learnt from the recent Abruzzo Earthquake", Vicente R, Rodrigues H, Costa A, Varum H, Mendes da Silva JAR, 14th European Conference of Earthquake Engineering, 2010
- 10 "Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage - A Practical Guide, Fourth Edition" pubblicato da FEMA (Federal Emergency Management Agency); link: resource Record Details
- 11 "Design of large size non-loadbearing masonry walls: case studies in Portugal. Technical and economical benefits", Lourenço, P.B., 13th International Brick and Block Masonry Conference, July 4-7, 2004



Cis Edil s.r.l.

Via C. Iotti, 92
42045 Luzzara (RE)
Tel. 0522.976128
Fax 0522.977919
www.cisedil.it
info@cisedil.it

