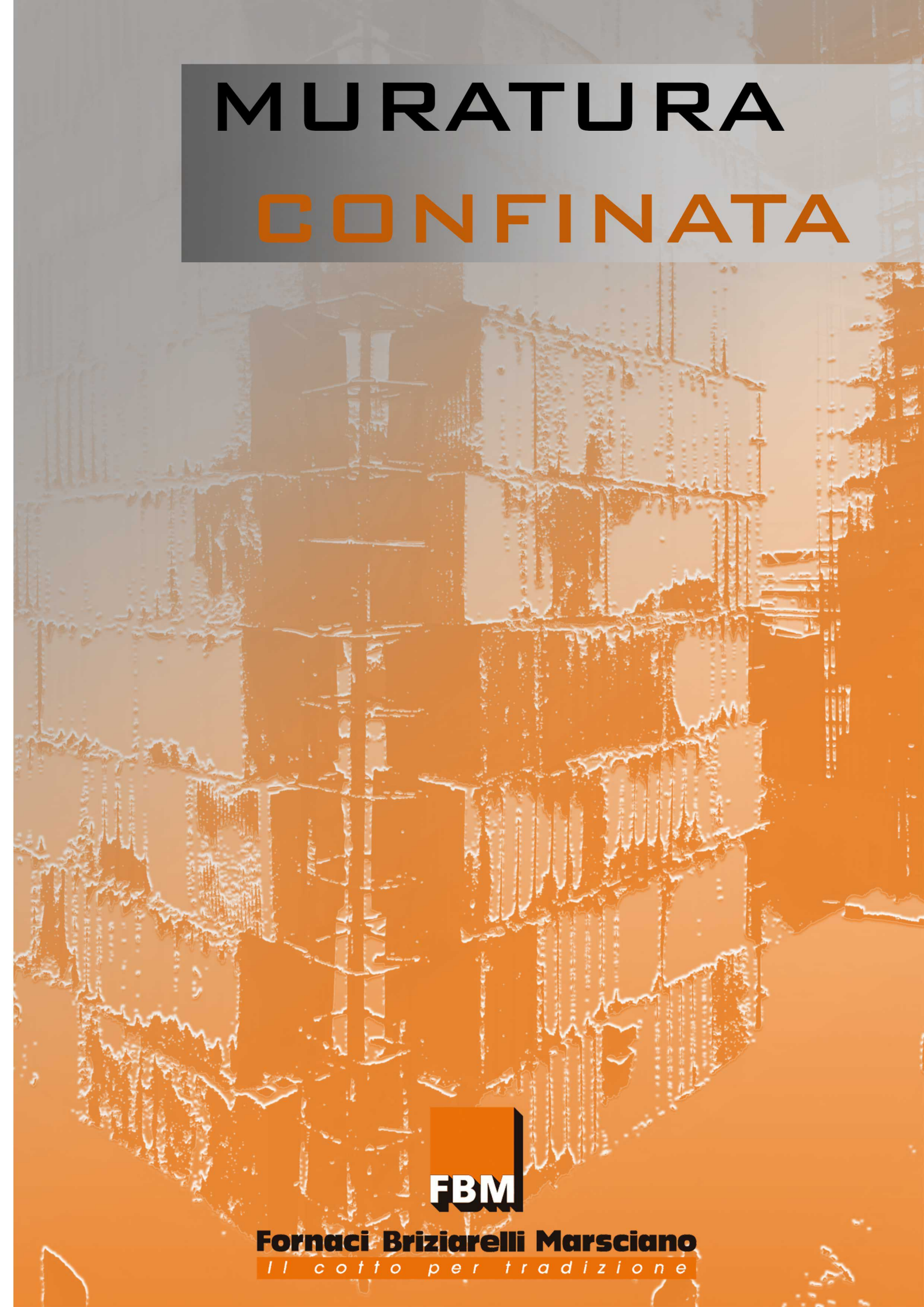


# MURATURA CONFINATA

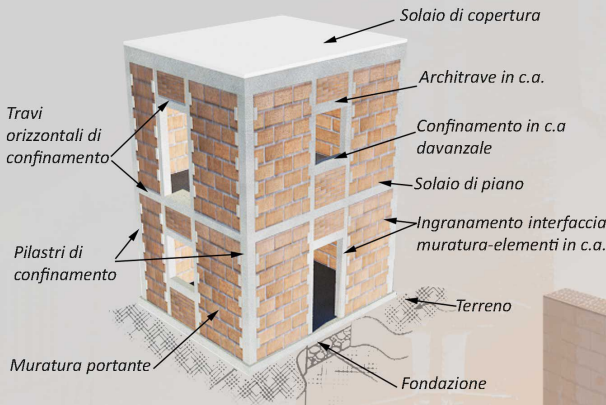


**FBM**

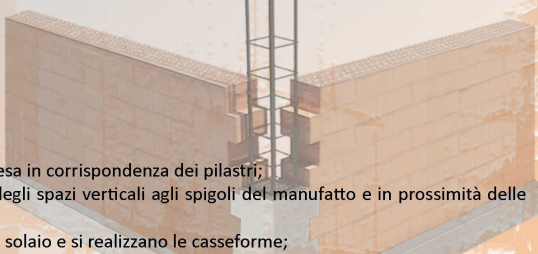
**Fornaci Briziarelli Marsciano**  
*Il cotto per tradizione*



CHE COS'È LA MURATURA CONFINATA

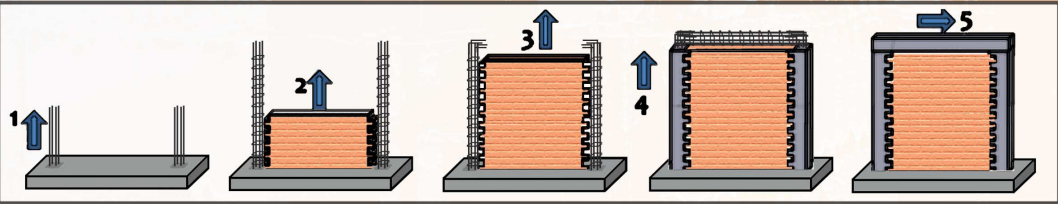


LA MURATURA CONFINATA È UN SISTEMA COSTRUTTIVO NEL QUALE PRIMA VIENE REALIZZATA LA STRUTTURA PORTANTE IN BLOCCHI DI LATERIZIO E POI GLI ELEMENTI DI CONFINAMENTO COSTITUITI DA TRAVI E PILASTRI IN CALCESTRUZZO ARMATO, CON LA SOLA FUNZIONE DI CONFERIRE UN COMPORTAMENTO MONOLITICO AL PANNELLO COSÌ INCORNICIATO.



FASI DELLA COSTRUZIONE:

- 1. Si realizza la fondazione in c.a. e si predispongono barre d' attesa in corrispondenza dei pilastri;
  - 2. Vengono costruite le pareti con laterizio portante lasciando degli spazi verticali agli spigoli del manufatto e in prossimità delle aperture, ove si realizzano i tralicci d' armatura dei pilastri;
  - 3. Si prosegue con la posa della muratura fino al livello del primo solaio e si realizzano le casseforme;
  - 4. Si realizza il getto di calcestruzzo dei pilastri di confinamento e si dispongono le barre d' armatura delle travi;
  - 5. Dopo la disposizione di casseforme, si completa il primo livello della costruzione con il getto degli elementi di confinamento orizzontali.
- Importante è la realizzazione dello sfalsamento dei blocchi di laterizio in corrispondenza degli spigoli dell' edificio e alle giunzioni con porte e finestre, per un migliore INGRANAMENTO fra muratura e calcestruzzo.



PERCHÈ UTILIZZARLA: OTTIME PRESTAZIONI SISMICHE



Edificio in muratura confinata rimasto intatto nel terremoto del 2007 a Pisco, in Perù, di Magnitudo 8.0. Accanto altre costruzioni completamente collassate.

Le costruzioni in muratura confinata sono caratterizzate da MIGLIORI RESISTENZE, rispetto alla muratura tradizionale, nei confronti delle sollecitazioni orizzontali, come le azioni sismiche. Inoltre, gli elementi di confinamento in calcestruzzo armato conferiscono ai pannelli murari delle CARATTERISTICHE DI DUTTILITÀ importanti per la dissipazione dell' energia sismica.

LA MURATURA CONFINATA È UTILIZZATA, E LO È STATA IN PASSATO, NELL'EUROPA MEDITERRANEA, IN AMERICA LATINA, NEL MEDIO ORIENTE, IN ASIA MERIDIONALE E NELL'ESTREMO ORIENTE, OVVERO IN PAESI E REGIONI AD ALTISSIMO RISCHIO SISMICO, DOVE, ESPOSTA A TERREMOTI DISASTROSI, DI INTENSITÀ SUPERIORI A QUELLE FIN ORA VERIFICATE IN NEL NOSTRO PAESE, HA DIMOSTRATO UN OTTIMO COMPORTAMENTO RISPETTO ALLE ALTRE TIPOLOGIE COSTRUTTIVE.

| MAGNITUDO REGISTRATE NEI PAESI DOVE SI UTILIZZA LA MURATURA CONFINATA: |                           |  |  |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--|--|
| -1985 LLOLEO, CILE (M 7.8)                                             | -2004 SUMATRA (M 9.0)     |  |  |
| -1985 CITTÀ DEL MESSICO (M 8.0)                                        | -2007 PISCO, PERÙ (M 8.0) |  |  |
| -1999 OAXACA, MESSICO (M 7.5)                                          | -2010 MAULE, CILE (M 8.8) |  |  |
| -2001 EL SALVADOR (M 7.7)                                              | -2010 HAITI (M 7.0)       |  |  |

COME FUNZIONA: MODELLI DI COMPORTAMENTO

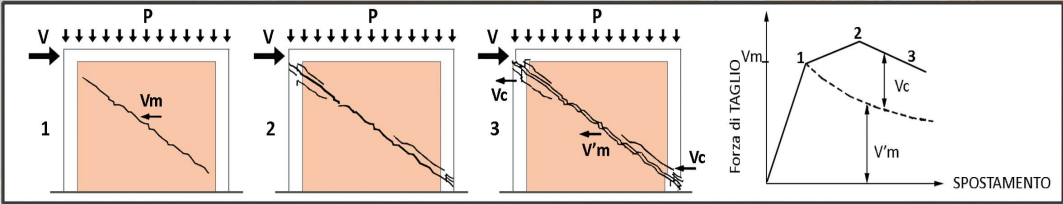
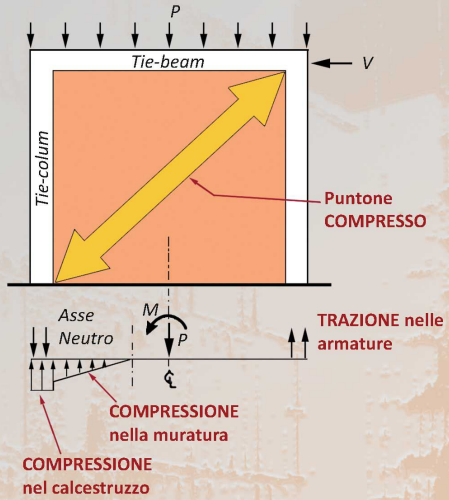
IN UN PANNELLO SOGGETTO A CARICO VERTICALE P E ORIZZONTALE V, LE SOLLECITAZIONI DI TRAZIONE SONO AFFIDATE AI PILASTRI DI CONFINAMENTO MENTRE LE SOLLECITAZIONI DI COMPRESSIONE INTERESSANO SIA CALCESTRUZZO SIA MURATURA.

LA PARETE MURARIA CONFINATA PUÒ ESSERE MODELLATA CON UN SCHEMA SEMPLICE PUNTONE / TIRANTE (STRUT AND TIE): IL PANNELLO IN LATERIZIO VIENE SOLLECITATO A COMPRESSIONE LUNGO LA DIAGONALE MENTRE GLI ELEMENTI IN C.A. RESISTONO ALLE FORZE DI TRAZIONE.

La RESISTENZA ALLA SOLLECITAZIONE DI TAGLIO, generata dal sisma, di un pannello in muratura confinata, può essere determinata dal contributo della muratura sommato a quello degli elementi verticali di confinamento.

Tuttavia, la resistenza degli elementi in c.a. è attivata solo dopo che i blocchi sono stati danneggiati e la capacità della muratura è ridotta. La rigidità del pannello in muratura confinata comincia a diminuire dopo l'inizio della fessurazione diagonale nel muro (PUNTO1); la capacità resistente del pannello è mantenuta finché non si hanno lesioni significative nei punti critici, ovvero alle estremità degli elementi di confinamento (PUNTO 2). Con questo comportamento è possibile raggiungere valori elevati di deformazione laterale conferendo al pannello un comportamento duttile (PUNTO 3).

IL PANNELLO REALIZZATO IN MURATURA CONFINATA HA QUINDI UN MIGLIOR COMPORTAMENTO NEI CONFRONTI DELLE SOLLECITAZIONI SISMICHE, PERCHÈ, QUANDO LA MURATURA SI DANNEGGIA, LA PRESENZA DEGLI ELEMENTI IN C.A. ASSICURA CHE LA PARETE RESISTA A CARICHI PIÙ ELEVATI.

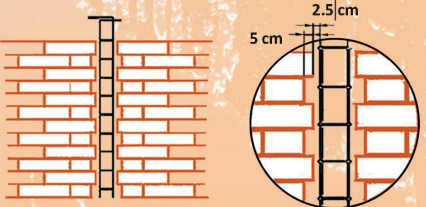


DA GENNAIO 2018 SI PUÒ PROGETTARE IN MURATURA CONFINATA

NTC 2018 (D.M. 17 GENNAIO 2018)

LA MURATURA CONFINATA È UNA MURATURA COSTITUITA DA ELEMENTI PORTANTI, DOTATA DI ELEMENTI DI CONFINAMENTO IN CALCESTRUZZO ARMATO.

Nelle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni italiane, il principale aspetto di novità nell'ambito degli edifici con struttura portante in muratura è rappresentato dall'introduzione del sistema costruttivo in muratura confinata. Oltre ai sistemi in muratura portante ordinaria ed armata, al paragrafo 4.5.8 delle nuove NTC 2018, viene introdotto l'uso della muratura confinata, tecnica peraltro già utilizzata da tempo in numerosissimi Paesi, in virtù delle migliori prestazioni sismiche.



|                                                              | NTC 2008 |       | NTC 2018 |       |
|--------------------------------------------------------------|----------|-------|----------|-------|
|                                                              | q*       | au/a1 | q*       | au/a1 |
| Costruzioni di muratura ordinaria                            | 2.0      | 1.8   | 1.75     | 1.7   |
| Costruzioni di muratura armata                               | 2.5      | 1.5   | 2.5      | 1.5   |
| Costruzioni di muratura armata con progettazione in capacità | 3.0      | 1.3   | 3.0      | 1.3   |
| Costruzioni di muratura confinata                            | (-)      | (-)   | 2.0      | 1.6   |

Per la progettazione di edifici in muratura confinata si possono seguire le indicazioni del paragrafo 7.8.6.3 delle nuove NTC 2018 che rimanda anche a quanto previsto nell'Eurocodice 6 e nell'Eurocodice 8 con le relative appendici nazionali.

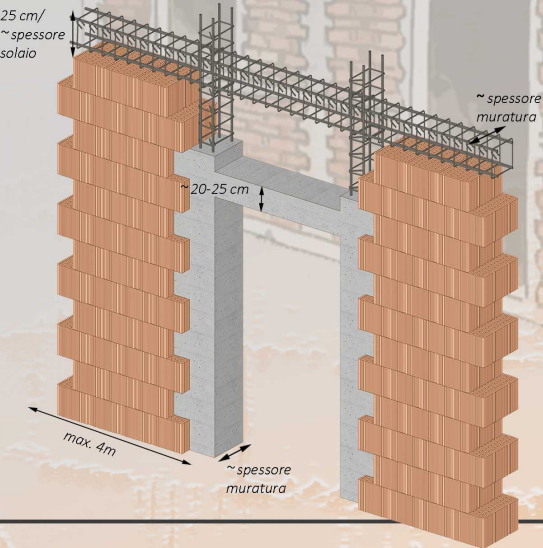


# COM' È REALIZZATA: DETTAGLI COSTRUTTIVI

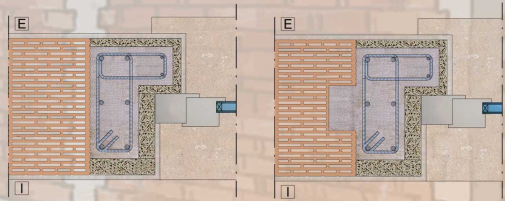
Le pareti di muratura confinata sono realizzate con **laterizi portanti** e devono essere fornite di **elementi di confinamento verticali ed orizzontali in calcestruzzo armato** in modo tale da comportarsi come un singolo elemento strutturale quando sono sollecitate. Nel dettaglio, sebbene gli elementi di confinamento assomiglino ai tradizionali pilastri e alle travi di calcestruzzo armato, **le dimensioni della loro sezione trasversale sono di gran lunga minori**, oltre alla loro diversa funzione durante un terremoto. Gli **elementi di confinamento verticali** in cemento armato sono costituiti da elementi, di piccole dimensioni trasversali, gettati in tutti gli spigoli della muratura e negli stipiti delle aperture. Gli **elementi di confinamento orizzontali** sono gettati sopra e sotto tutte le aperture e a tutti i livelli di solaio. Possono essere richiesti all'interno della parete degli elementi di confinamento aggiuntivi, per fare in modo che la massima dimensione dei pannelli murari, sia orizzontale che verticale, sia di 4 m.

- AREA SEZ. TRASVERSALE non minore di 0,02m<sup>2</sup>, con una dimensione minima di 150 mm nel piano della parete
- ARMATURA LONGITUDINALE con un'area minima pari allo 0,8% dell'area della sezione trasversale dell'elemento di confinamento, ma non minore di 200 mm<sup>2</sup>
- ARMATURA TRASVERSALE (staffe) con diametro non minore di 6 mm e con una spaziatura non maggiore di 300 mm. (EN 1996-1-1:2004)

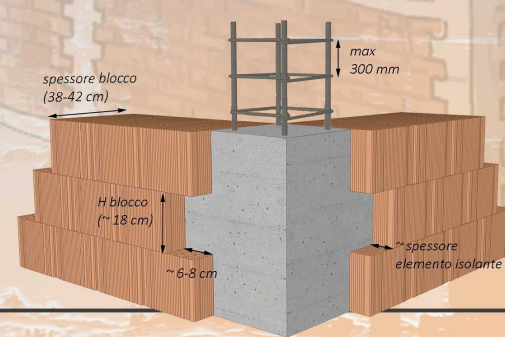
DETTAGLIO APERTURA CONFINATA



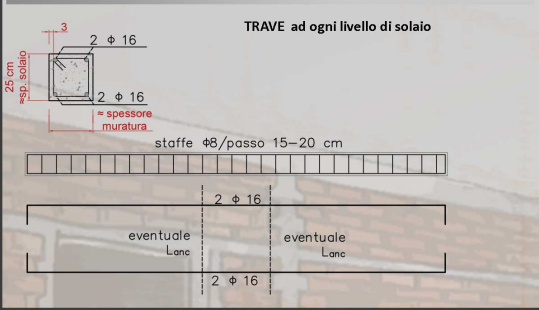
DETTAGLIO ATTACCO INFISSO IN CORRISPONDENZA DELLE APERTURE CONFINATE



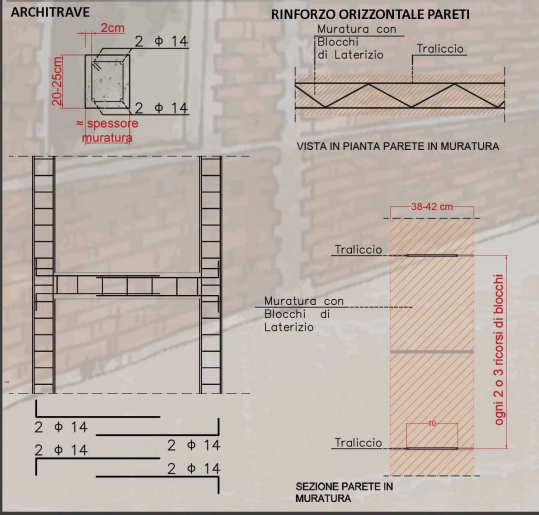
DETTAGLIO PILASTRI DI CONFINAMENTO AGLI SPIGOLI DELL' EDIFICIO



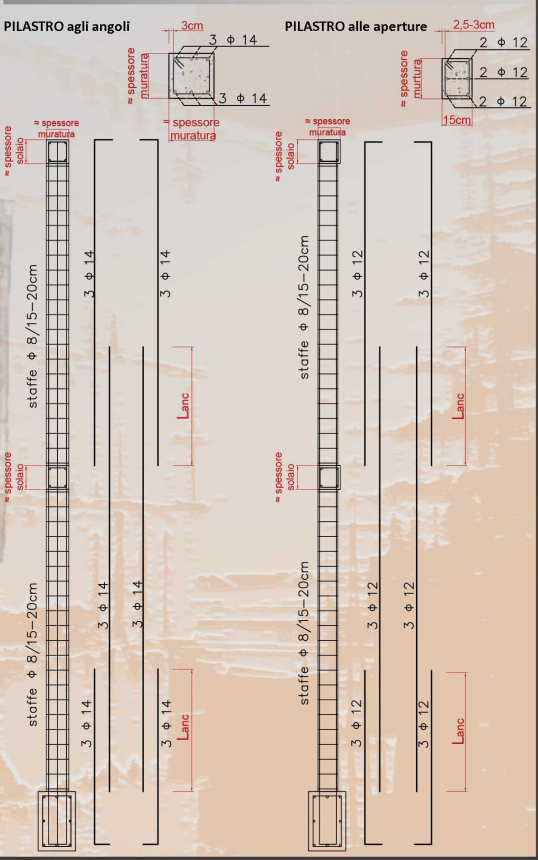
## ESEMPIO\* ARMATURE TRAVI



## ESEMPIO\* ARCHITRAVE E RINFORZI PARETI



## ESEMPIO\* ARMATURE PILASTRI



\*Gli esempi forniti nei dettagli costruttivi sono da intendersi puramente indicativi e non costituiscono vincolo di progettazione

# PERCHÉ SCEGLIERE LA MURATURA CONFINATA

Data la grande diffusione della MURATURA, soprattutto nel nostro Paese, dove è definita “tipologia costruttiva tradizionale”, e la grande disponibilità di cemento, barre d’armatura e aggregati, la **MURATURA CONFINATA** risulta essere una **SOLUZIONE SEMPLICE**. Apportando qualche essenziale modifica, non dispendiosa, alle costruzioni tradizionali, il rischio dato dalla casualità e imprevedibilità degli eventi sismici può essere notevolmente ridotto.

REALIZZATA CON BLOCCHI PORTANTI IN LATERIZIO AD ALTE PRESTAZIONI

È UN VALIDA ALTERNATIVA ALLA TRADIZIONALI TECNICHE COSTRUTTIVE, CHE TROVA ANCHE SOLUZIONE A TEMI ATTUALI, QUALI LA VULNERABILITÀ SISMICA, LA PREVENZIONE E LA RESILIENZA, INOLTRE COSTITUISCE UNA MODALITÀ CON CUI SI PUÒ ANCORA RICORRERE AI MATERIALI TRADIZIONALI, COME IL LATERIZIO, ADOTTANDO PERÒ UN SISTEMA ANTISISMICO

È ADATTA ALLO SVILUPPO DI NUOVE TECNICHE DI RIPARAZIONE E RETROFIT

È UNO DEI MIGLIORI SISTEMI COSTRUTTIVI IN ZONE AD ALTO RISCHIO SISMICO

NON NECESSITA DI SPECIFICA MANUTENZIONE

È DI SEMPLICE E VELOCE REALIZZAZIONE

È ECONOMICAMENTE PIÙ CONVENIENTE DEGLI EDIFICI IN C.A.

SI PRESTA A SEMPLICI E INNOVATIVE SOLUZIONI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO



VALIDAZIONE SPERIMENTALE

Il comportamento della **muratura confinata** in zona sismica è stato studiato in alcune ricerche del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA) dell'Università degli Studi di Perugia. E' ancora in corso il progetto di ricerca **"Casa sicura: tecniche antisismiche innovative nella tradizione delle costruzioni"** che vede la collaborazione della **FBM Fornaci Briziarelli Marsciano S.p.a.**, della **Fondazione Cassa di risparmio di Perugia**, dell' **Ater Umbria**, dei **Collegi dei geometri e geometri laureati delle province di Perugia e di Terni**, di **Ruredil s.r.l** e **Bcc Credito cooperativo Spello e Bettona**.

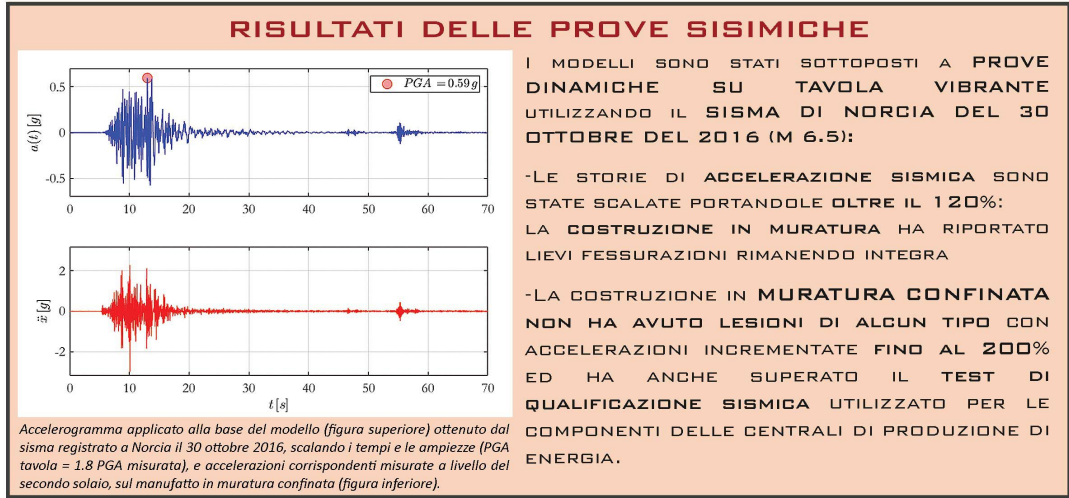
Lo studio sperimentale, nella sua prima fase, ha riguardato la progettazione e la realizzazione di due manufatti: uno in **muratura portante ordinaria** e uno in **muratura confinata**.

Le due strutture sono state sottoposte a diverse azioni sismiche utilizzando la tavola vibrante presso il Laboratorio di Dinamica Strutturale e Controllo delle Vibrazioni del Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA (RM).

Il progetto ha due obiettivi principali: la **riduzione della vulnerabilità sismica** del patrimonio edilizio esistente e **ricostruire e l' incremento della resilienza sismica**.



Modelli sperimentali realizzati presso il Centro Ricerche Casaccia ENEA (Roma)



PROGETTA IN MURATURA CONFINATA CON FBM S.P.A.

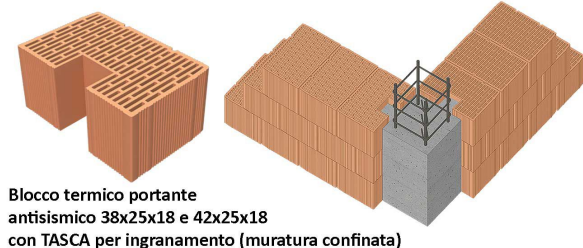
La sperimentazione scientifica fino a qui condotta ha messo in luce l'utilizzo vincente dei prodotti FBM nella realizzazione delle **strutture in muratura**. La muratura tradizionale resta un valido sistema costruttivo se ben realizzata e progettata: la **sceita di materiali performanti**, abbinati ad una corretta messa in opera, garantisce ottime prestazioni strutturali anche in **zona sismica**. La tecnica costruttiva della muratura confinata esalta le prestazioni della muratura tradizionale incrementandone le proprietà antisismiche. I blocchi di laterizio portante ad elevate prestazioni di **FBM, Fornaci Briziarelli Marsciano S.p.a.**, sono particolarmente efficaci nell'utilizzo della muratura confinata.

BLOCCO TERMICO PORTANTE ANTISISMICO **Superpor®**

In occasione del progetto di ricerca è stato testato l'ottimo abbinamento della muratura confinata con il **blocco termico portante antisismico "Superpor®" della FBM**, che, per il sistema costruttivo, è proposto nelle versioni:

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Blocco termico portante antisismico 38x25x18 cod. 5082 *</b><br>Massa volumica lorda 936 Kg/m³<br>Massa volumica netta 1715 Kg/m³<br>Percentuale di foratura 45%<br>(fbm): 34,5 N/mm²<br>(fbk): 31,9 N/mm²<br>(fbk1): 5,9 N/mm²<br>(R): 3,393 °K m²/W<br>(λ eq): 0,112 W/°Km |
|  | <b>Blocco termico portante antisismico 42x25x18 cod. 5075 *</b><br>Massa volumica lorda 950 Kg/m³<br>Massa volumica netta 1715 Kg/m³<br>Percentuale di foratura 45%<br>(fbm): 32,8 N/mm²<br>(fbk): 28,4 N/mm²<br>(fbk1): 13,2 N/mm²<br>(R): 3,73 °K m²/W<br>(λ eq): 0,112 W/°Km |

**\* LA FBM HA SVILUPPATO PER QUESTI BLOCCHI UNA VERSIONE CON TASCA DA UTILIZZARE NELLA REALIZZAZIONE DEL SISTEMA COSTRUTTIVO IN MURATURA CONFINATA. IL BLOCCO È DOTATO DI UNA TASCA CENTRALE, CHE CONSENTE DI OVVIARE ALLO SFALSAAMENTO DEI BLOCCHI IN CORRISPONDENZA DEI PILASTRINI DI CONFINAMENTO E DI ASSICURARE INGRANAMENTO FRA I DUE MATERIALI, ELIMINANDO LA DISCONTINUITÀ A LIVELLO VISIVO.**



**Blocco termico portante antisismico 38x25x18 e 42x25x18 con TASCA per ingranamento (muratura confinata)**

**Blocco termico PORTANTE antisismico con EPS/XPS \***  
E' di recente entrato in produzione il blocco termico PORTANTE antisismico ad alte prestazioni energetiche, con l'impiego di inserti in EPS / XPS. Dai rapporti di calcolo, secondo la UNI EN 1745:2012, si ottiene: per il BTP AS 42x25x18 : (λ eq): 0,097 W/°Km (EPS) ; (λ eq): 0,087 W/°Km (XPS)

**WORK IN PROGRESS**

**NEW**

**36 + 6 CM**

### PROGETTAZIONE di DETTAGLIO

**<< L' IMPIEGO DI QUESTI BLOCCHI AD ALTE PRESTAZIONI ENERGETICHE ASSICURA DI PER SE' LA QUALIFICAZIONE ENERGETICA IN CLASSE A DELL' EDIFICIO >>**

**PER IL SISTEMA COSTRUTTIVO IN MURATURA CONFINATA BLOCCO SPECIALE CON TASCA PER AZIONE COIBENTE**

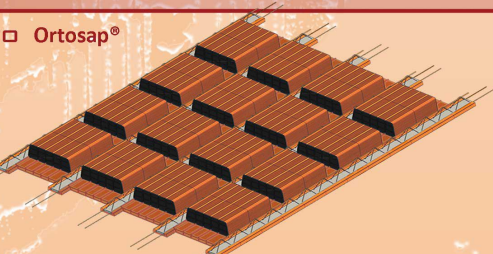
Innovativo blocco termico portante antisismico con tasca per azione coibente, studiato per ridurre la conducibilità termica della parete in muratura portante.

**36 + 6 CM** : il blocco è formato da una parte portante 36x25x18 cm con inserti in EPS, affiancata da una tavellina integrata nella composizione del blocco stesso dotata di tasche 6x6 cm, riempite di materiale isolante. Il nuovo sistema permette una maggior praticità in termini di realizzazione: la parte non portante del blocco assolve la funzione di rivestimento interno del pannello ed è predisposta anche per il passaggio di impianti, con ulteriore miglioramento a livello statico della struttura, costituendo parte integrante del blocco e non un elemento separato.

**Blocco termico portante antisismico con TASCA PER AZIONE COIBENTE, anche in versione con TASCA per ingranamento**

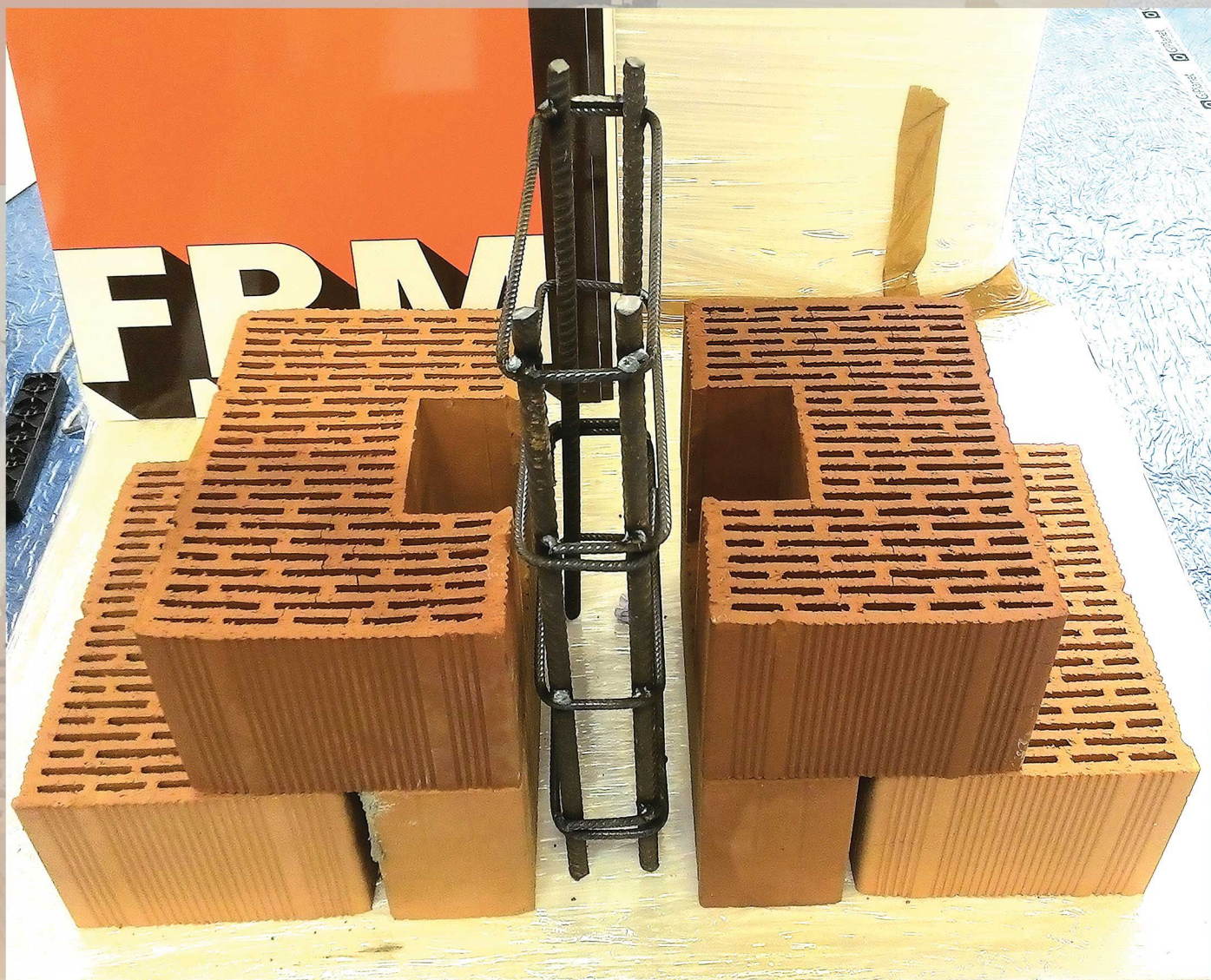
SOLAIO BIDIREZIONALE IN LATEROCEMENTO **Ortosap®**

Le prestazioni di un edificio in muratura confinata possono essere migliorate ricorrendo all' impiego di un **solaio bidirezionale**, ovvero conformato con una doppia orditura, per assicurare una **uniforme trasmissione dei carichi agli elementi resistenti verticali in entrambe le direzioni** e per un comportamento a piastra di tutto il solaio al fine di implementare il comportamento d' insieme della struttura. Nello studio sperimentale è stato scelto il **solaio Ortosap® della FBM**.



L' AZIENDA **FORNACI BRIZIARELLI MARSCIANO** È IN GRADO DI ACCOMPAGNARVI NELLA PROGETTAZIONE DEL VOSTRO EDIFICIO IN MURATURA CONFINATA, GARANTENDO ASSISTENZA A PARTIRE DALLA SCELTA DEI MATERIALI PIÙ PERFORMANTI E FORNENDO SUPPORTO NEI CALCOLI STRUTTURALI.





\* parte del materiale scientifico è tratto dalle tesi di laurea elaborate presso il

Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale (DICA) dell' Università degli Studi di Perugia :

*"Analisi di strutture in muratura confinata e progettazione di prototipi per prove su tavola vibrante"* (Ing. Francesca Minciarelli)

*"Analisi e sperimentazione per l' ottimizzazione di particolari costruttivi di edifici in muratura confinata"* (laureanda Elena Giontella)

## **FBM Fornaci Briziarelli Marsciano S.p.a.**

### **SEDE AMMINISTRATIVA**

Via XXIV Maggio

06055 Marsciano (Pg)

Tel: +39 075.8746200

Fax: +39 075.8748990

mail: [fbm@fbm.it](mailto:fbm@fbm.it)

web: [www.fbm.it](http://www.fbm.it)

### **UFFICIO DI ROMA**

Tel: +39 075.8746900

**[fbm@fbm.it](mailto:fbm@fbm.it)**

**[www.fbm.it](http://www.fbm.it)**



**Fornaci Briziarelli Marsciano**  
Il cotto per tradizione