

# Edificio residenziale in muratura armata a Moniga del Garda

Pasqualino Solomita Architetto, PhD, libero professionista

La recente realizzazione di un nuovo edificio residenziale a Moniga del Garda (BS) in muratura armata con l'utilizzo del blocco Normablok Più S40 MA di Fornaci Laterizi Danesi ha coniugato efficienza energetica, economia di spesa e di gestione del cantiere

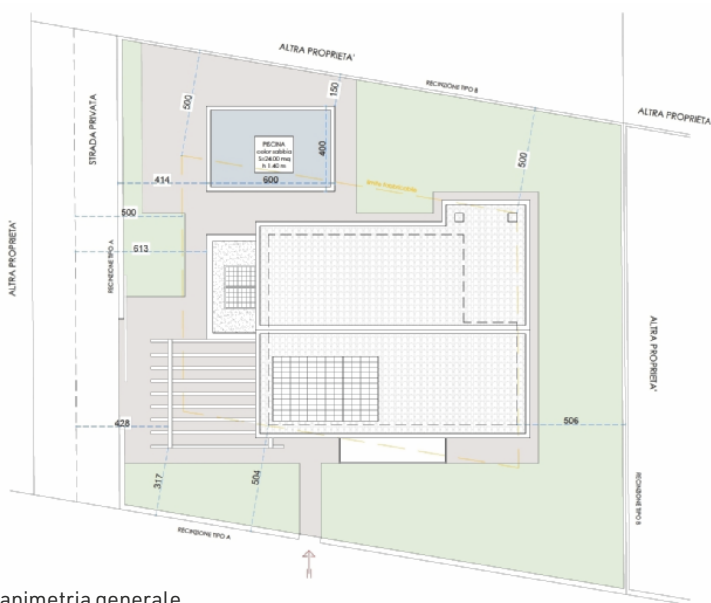
## KEYWORDS

Muratura armata  
Laterizio  
Isolamento termico  
Efficienza energetica  
Nuova costruzione

Reinforced masonry  
Brick  
Thermal insulation  
Energy efficiency  
New construction

La continua evoluzione tecnologica dei blocchi in laterizio ha generato un nuovo sistema costruttivo che coniuga elevate prestazioni in termini di efficientamento energetico e sicurezza sismica. Le crescenti esigenze di efficienza energetica e sostenibilità ambientale sono state prontamente recepite dal settore produttivo dei blocchi in laterizio che, con la realizzazione dei blocchi a isolamento diffuso, ha permesso l'evoluzione del sistema costruttivo con nuovi elevati standard prestazionali. Le limitazioni iniziali che prevedevano l'inserimento dell'isolante solo per i blocchi di tamponamento e separazione, data la loro alta percentuale di foratura, sono state ampiamente superate dalla possibilità di sinterizzare direttamente nelle cavità dei bloc-

chi le microsferiche di polistirene. Ai blocchi per il tamponamento o per la separazione di ambienti si è aggiunta dunque l'opportunità di utilizzare i blocchi per la muratura portante con livelli prestazionali analoghi sotto il profilo dell'efficienza energetica. L'evoluzione ulteriore è stato l'impiego di questi blocchi a isolamento diffuso nell'ambito della muratura armata. Questi nuovi blocchi coniugano proprietà termiche e prestazioni meccaniche, generando un sistema tecnologico efficiente sotto il profilo strutturale, termico, acustico e di comportamento al fuoco. La recente realizzazione di un nuovo edificio residenziale a Moniga del Garda (BS) ha visto l'impiego della muratura armata con blocchi in laterizio a isolamento diffuso. I committenti, nella formulazione delle richieste al progettista, avevano espresso le seguenti esigenze: da un lato la definizione di due distinte unità abitative celate da un impianto tipologico assimilabile a una villetta unifamiliare; dall'altro la definizione di un edificio ad alta efficienza energetica senza il ricorso ad un isolamento a cappotto. L'impiego del sistema costruttivo in muratura armata, con il blocco Normablok Più S40 MA ad alte prestazioni termiche, ha consentito il soddisfacimento delle istanze dei committenti e il rispetto della normativa sulle costruzioni in zona sismica. Normablok Più S40 MA è il blocco ad alte prestazioni termiche concepito da Fornaci Laterizi Danesi per realizzare muraure armate portanti in tutte le zone sismiche. Realizzato con laterizio P800, Normablok Più S40 MA coniuga ai vantaggi della muratura armata le

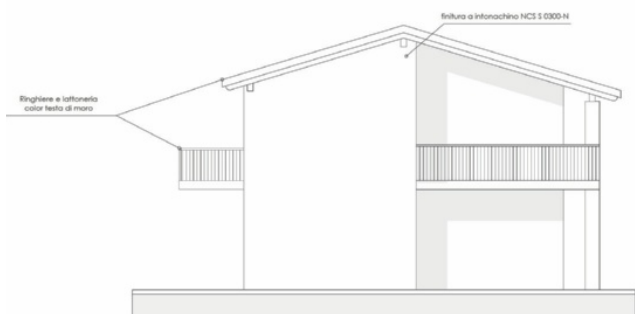


Planimetria generale

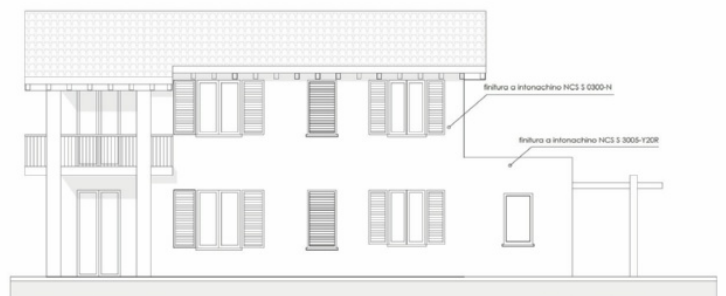
Edificio residenziale in muratura armata a Moniga del Garda



Rendering del progetto, vista Nord



Prospetto Nord-Est



Prospetto Nord-Ovest

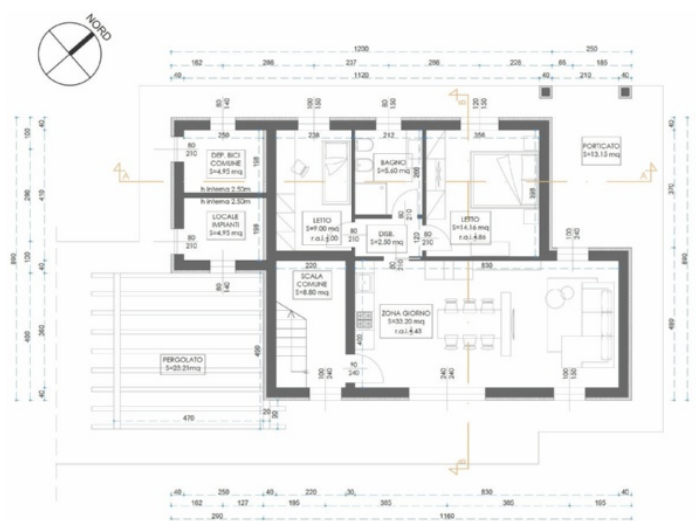
CANTIERE



Rendering del progetto, Vista Ovest



Prospetto Sud-Ovest



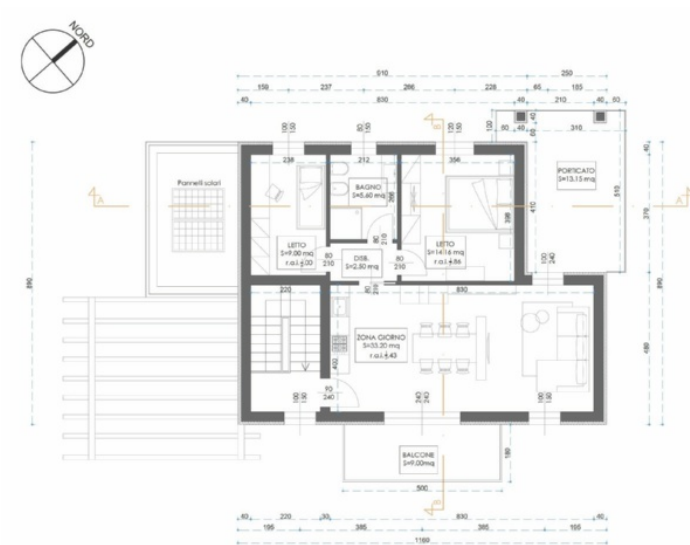
Pianta piano terra



Edificio residenziale in muratura armata a Moniga del Garda



Rendering del progetto, vista Est



Pianta primo piano



Prospetto Sud-Est

prestazioni del polistirene additivato di grafite Neopor di BASF. Abbinati alla malta termo-sismica Danesi MTM10 e sfruttando l'apposito foro dotato di preincisione, i blocchi vengono posti in opera integrandoli con barre di armatura orizzontali e verticali. La scelta del progettista di avvalersi del blocco Normablock Più S40 MA è stata agevolata dalle opportunità offerte dalle sue caratteristiche: in particolare l'opportunità di realizzare pareti che seppure intonacate in maniera tradizionale, raggiungono una trasmittanza termica di  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$  rendendo non necessario il ricorso alla posa di un cappotto a lastre. Inoltre, la possibilità di realizzare edifici in muratura portante di qualsiasi forma e distribuzione planimetrica senza necessariamente rispettare il vincolo di limite massimo tra gli interassi dei muri e contenendo l'area delle pareti resistenti, oltre alla libertà di non dovere aumentare lo spessore dei muri di piano in rapporto all'altezza del fabbricato. Il vantaggio ulteriore di costruire una muratura portante senza dover prevedere il metro d'angolo agli incroci delle pareti perimetrali consente una maggiore libertà architettonica. Con i blocchi Normablock Più S40 MA è inoltre possibile inserire all'interno della struttura in muratura portante elementi resistenti ai soli carichi verticali come pilastri in acciaio o cemento armato. L'insieme delle caratteristiche semplifica la progettazione delle strutture accelerando i tempi di realizzazione della costruzione. Il risultato finale conseguito è stato un cantiere efficiente, semplice, che nell'arco di circa 6 mesi ha consentito la realizzazione di un edificio ad alta efficienza energetica. Il costo della struttura in muratura armata (materiali, mano d'opera e utile d'impresa), relativo solo ai maschi murari armatura compresa, è stato pari a € 35.000 con un'incidenza di  $340 \text{ €/m}^3$ .

### Il progetto

Il nuovo edificio è ubicato in un lotto ascrivibile a un parallelogramma avente i lati contrapposti paralleli, dalle ridotte dimensioni e dalla limitata capacità edificatoria. L'edificio a due piani fuori terra, di forma pressoché rettango-

lare, si caratterizza per un porticato sul fronte nord, un balcone sul fronte sud-est mentre sul fronte sud-ovest trovano collocazione i servizi comuni composti da vano tecnico e deposito racchiuso in una cella rettangolare a tetto piano collegata a sua volta da un pergolato ligneo per il parcheggio auto. Una copertura a due acque completa il disegno della configurazione esterna del fabbricato.

L'accesso comune agli appartamenti avviene attraverso il vano scala su cui sono collocati i rispettivi ingressi e l'entrata principale, posizionata sul fronte sud-est a ridosso della pergola in legno. Gli appartamenti sono identici e differiscono semplicemente per la presenza al primo piano del porticato di  $13,15 \text{ m}^2$  e del balcone di  $9 \text{ m}^2$ . La zona giorno con la sua forma rettangolare allungata è orientata con le sue aperture a sud-est e contiene il soggiorno, la zona pranzo e l'angolo cottura per una superficie complessiva di  $33,2 \text{ m}^2$ . Nella zona notte sono presenti: una camera da letto matrimoniale da  $14,16 \text{ m}^2$ ; una camera da letto singola da  $9 \text{ m}^2$ , un disimpegno e un bagno da  $5,6 \text{ m}^2$ . Le aperture sono concentrate sui due prospetti maggiori, quello nord-ovest e sud-est e si caratterizzano per un corretto allineamento verticale delle bucaure e una adeguata scansione dei pieni e dei vuoti. In particolare, sul prospetto sud-est è presente, in posizione pressoché centrale rispetto allo sviluppo complessivo del fronte, l'apertura di maggior dimensione di tutto il fabbricato.

### SCHEDA TECNICA

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Oggetto                 | Costruzione di nuovo edificio residenziale |
| Località                | Moniga del Garda, Brescia                  |
| Progetto architettonico | Geom. Mattia Compri                        |
| Progetto strutturale    | Ing. Luca Barbieri                         |
| Progetto impiantistico  | Tres srl                                   |
| Impresa di costruzione  | Ediliza Lovato                             |
| Cronologia              | 2018 - 2019                                |
| Superficie              | 140 m <sup>2</sup>                         |
| Costo complessivo       | 500.000 euro                               |
| Fotografie              | Geom. Mattia Compri                        |



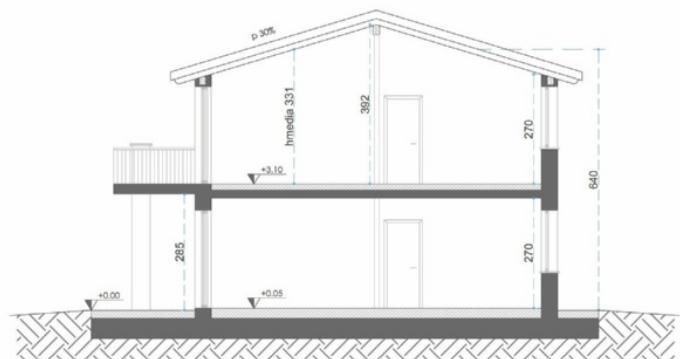
Edificio residenziale in muratura armata a Moniga del Garda



Rendering del progetto, vista Sud



Sezione A-A



Sezione B-B



Armatura spiccato di fondazione

### Sistema costruttivo e soluzione tecnica

L'edificio ricadente in zona sismica 2 (pericolosità sismica media; caratterizzato allo SLV da  $agS=0,24g$ ) è stato realizzato attraverso una fondazione a platea in calcestruzzo armato, struttura in elevazione in muratura armata, solaio di piano in legno lamellare su cordolo perimetrale in calcestruzzo armato e una copertura in legno lamellare anch'essa su cordolo perimetrale in calcestruzzo armato.

Nell'analisi della struttura si evince che la pianta dell'edificio può essere iscritta in un rettangolo di dimensioni  $14,5 \times 8,9$  m con una altezza di gronda di 5,7 m e una di colmo di 7 m. Le fasi di cantiere documentano le scelte del progetto strutturale. La fondazione a platea, impostata a una quota di -100 cm rispetto al piano di campagna, con uno spessore di 35 cm riduce al minimo i problemi di natura geotecnica e ottimizza la posa della struttura in elevazione in blocchi di muratura armata Normablok Più S40 MA.

Lo spiccato perimetrale della fondazione, sempre in calcestruzzo armato, oltre a sorreggere la struttura in elevazione funge sia da solaio controterra sia da ripartitore degli sforzi orizzontali indotti da un eventuale sisma. Il pacchetto di fondazione contempla anche un magrone di pulizia e un vespaio areato ad igloo, una soletta in calcestruzzo e rete

elettrosaldato. Nello specifico la muratura portante è costituita da elementi in laterizio provvisti di apposito foro per l'alloggiamento dell'armatura verticale. Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 relative alla trattazione delle murature armate non hanno sostanzialmente modificato quanto già previsto dalle previgenti NTC 2008. Il D.M. 17.01.2018 richiede, per la realizzazione di edifici in muratura armata l'utilizzo di laterizi semipieni, con percentuale di foratura  $\leq 45\%$ , con i setti continui disposti parallelamente al piano del muro, con un apposito foro per l'alloggiamento delle armature verticali. I giunti di malta orizzontali e verticali devono essere realizzati con malta classe M10. I fori per l'inserimento delle barre di armatura verticali devono essere di forma tale che vi si possa inserire un cilindro di diametro minimo pari a 6 cm e dove vi sono le armature verticali, devono essere riempiti con malta classe M10 o conglomerato cementizio C12/15. Per le armature verticali si devono utilizzare barre in acciaio ad aderenza migliorata normalmente impiegate per il cemento armato tipo B450A e B450C. Per le armature orizzontali è ammesso anche l'impiego di armature a traliccio elettrosaldato. Nello specifico le quantità minime di armature per la realizzazione di strutture in muratura armata in zona sismica per le armature verticali sono di almeno  $2 \text{ cm}^2$ , pari ad una barra  $\varnothing 16$ . Dette armature sono da collocare all'estremità di ogni parete portante, ad ogni intersezione tra pareti portanti, in corrispondenza di ogni apertura e comunque ad interasse non superiore a 4 m; inoltre la percentuale di armatura verticale, calcolata rispetto all'area lorda della muratura, non potrà essere inferiore allo 0,05% né superiore al 1,0%. Le armature verticali devono garantire continuità dalla fondazione alla sommità del fabbricato; attraverso opportune giunzioni per sovrapposizione (che la normativa quantifica in 60 diametri); infine devono essere ancorate all'interno della fondazione e dei cordoli di interpiano. Analogamente le armature orizzontali sono predefinite con misure indicate dalla normativa, staffe in acciaio con diametro minimo  $\varnothing 5$  mm nel corpo del setto





Primi corsi di muratura armata



Dettaglio armatura verticale

murario ad interasse massimo di 60 cm con limite minimo del 0,04% sull'area lorda della muratura. Le staffe disposte nei giunti di malta orizzontali devono essere chiuse e devono "girare" attorno alle armature verticali ai bordi dei setti murari. Nel caso di angoli o incroci tra setti portanti, è opportuno sfalsare la disposizione delle staffe nei corsi di muratura in modo da evitare sovrapposizioni. Per la ripresa delle armature dalla fondazione, per l'imposta del primo livello dei blocchi, si è optato per l'inserimento di ferri di richiamo già inseriti nello spiccato della fondazione e sono stati successivamente giuntati con sovrapposizioni adeguate (lunghezza maggiore di 60 volte il diametro) fino al successivo ancoraggio al cordolo di piano sovrastante. In alternativa la ripresa delle armature verticali con la fondazione già in opera poteva essere realizzata con l'inserimento delle barre verticali con iniezioni di resina. Nello schema di posa dei maschi murari armati della presente realizzazione si evince che le armature verticali in acciaio ad aderenza migliorata B450C diametro  $\varnothing 16$  hanno un interasse variabile dai circa 70 ai 200 cm.

Il foro dei blocchi occupati dalle armature verticali è stato riempito con malta termica fluida Danesi MTM10. La malta premiscelata di allattamento è di classe M10 a prestazione garantita con resistenza a compressione superiore a 10 MPa e conducibilità termica certificata di 0,24

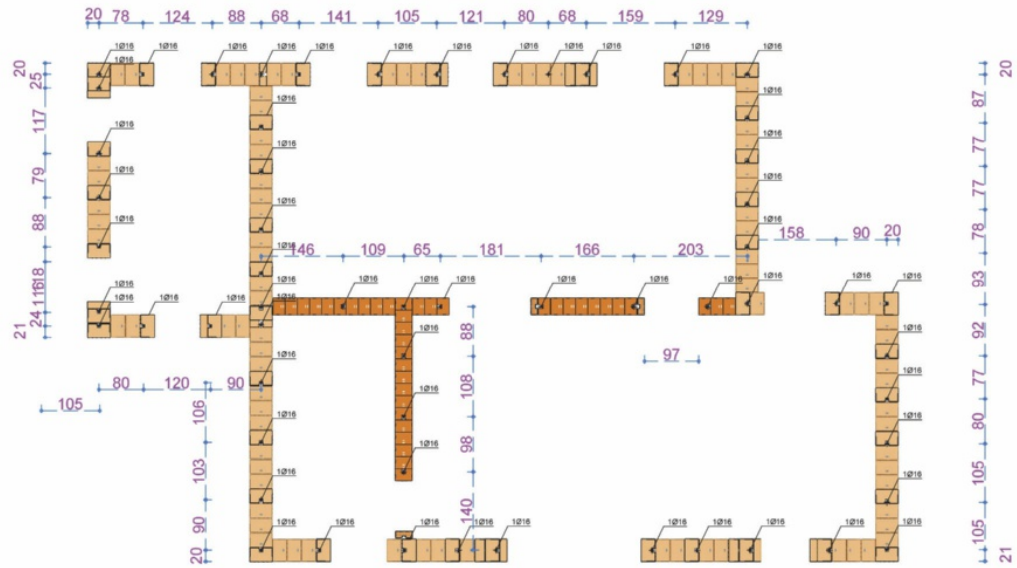


Vista degli spazi interni: appoggio delle travi di copertura sulla muratura portante

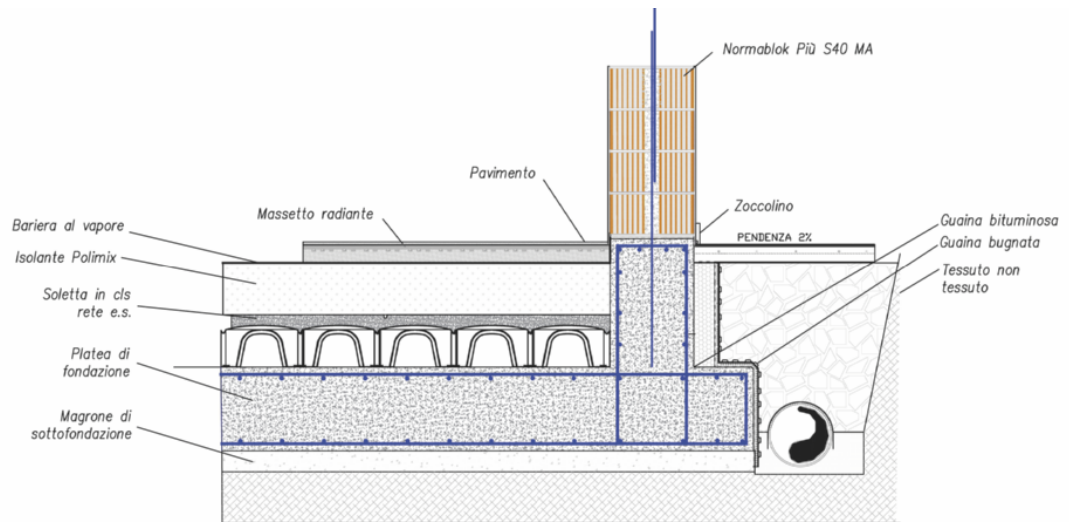
W/mK. Per quanto attiene le armature orizzontali si è optato per delle staffe  $\varnothing 6$  ogni due corsi di blocchi sovrapposti con particolari accorgimenti negli angoli, negli estremi e nelle intersezioni delle pareti. Nelle configurazioni degli angoli perimetrali le staffe sono perpendicolari tra loro nei rispettivi corsi sovrapposti con l'accortezza di circondare sempre l'armatura verticale con una sovrapposizione per la staffa di ripresa di almeno 36 cm. La staffa è posizionata a 8 cm dai bordi perimetrali del blocco per garantire un adeguato margine del copriferro. Nelle estremità di parete sono state impiegate le staffature  $\varnothing 6$  ogni due corsi di blocchi sovrapposti con la medesima attenzione di risvoltare la staffa sulla barra verticale. Nelle inter-



Schema di posa:  
blocchi murari  
e ubicazione  
armature verticali

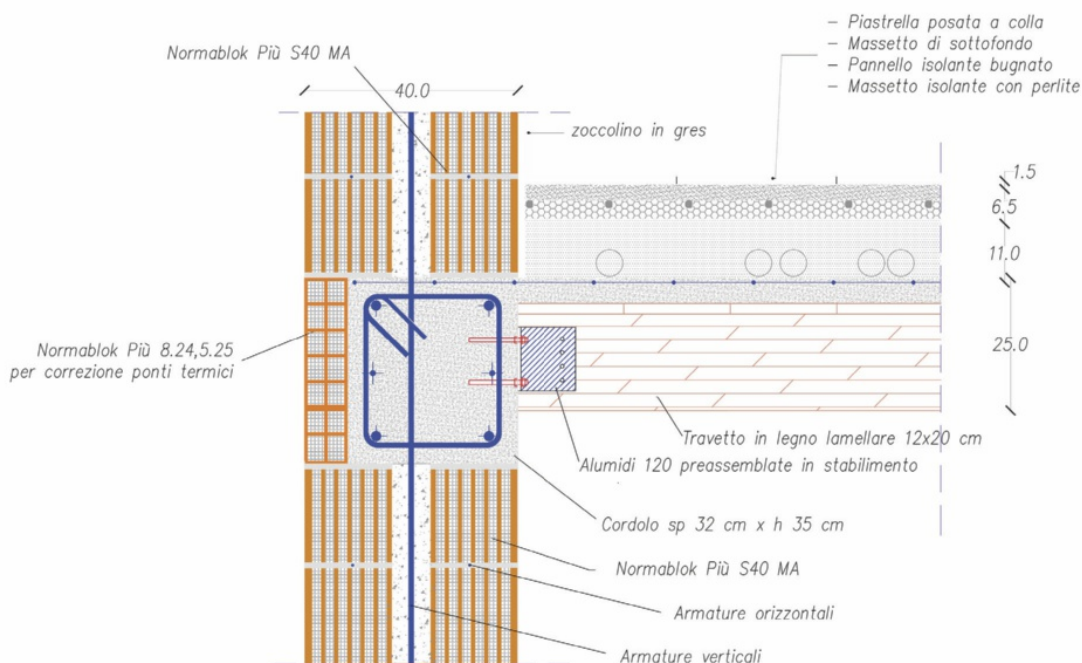


Dettaglio platea di  
fondazione e imposta  
muratura armata

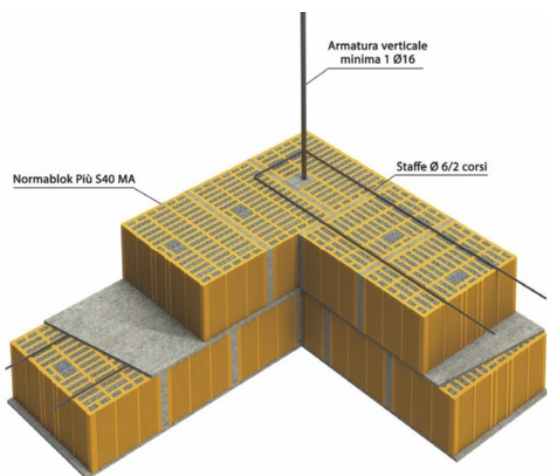


sezioni delle pareti si sono adottate le medesime condizioni di staffature delle pareti d'angolo sovrapponendo, ogni due corsi, in perpendicolare tra loro le staffe. Il risultato complessivo dell'inserimento delle armature verticali e orizzontali nella muratura è un considerevole aumento della resistenza della struttura complessiva alle sollecitazioni flettenti e taglianti provocate da una azione sismica. Il cordolo perimetrale di piano in calcestruzzo armato ha uno sviluppo di 32x30 cm e sorregge il solaio di piano in legno lamellare con travi 12x20 cm e cappa collaborante da 5 cm con rete elettrosaldata. Analogamente il cordolo di copertura è in calcestruzzo armato con dimensioni 32x30 cm e supporta delle travi lamellari 12x20 cm a cui si aggiunge un doppio assito e il pacchetto di co-

pertura isolato e ventilato con manto di copertura in tegole. Sia il cordolo di piano sia quello di copertura sono opportunamente protetti da una muratura di tamponamento Normablock Più 8x24,4x25 per la correzione dei ponti termici e malta termica Danesi MTM10, per una conducibilità termica complessiva di 0,91 W/mK. Ai vantaggi offerti dalla riduzione dei tempi di realizzazione e alla semplicità di costruzione con evidenti ripercussioni in termini di costi, si somma la correzione dei ponti termici, in questo caso limitata ai soli cordoli di piano rispetto a un sistema a telaio in calcestruzzo armato dove è necessario proteggere tutti i pilastri perimetrali della struttura. L'analisi stratigrafica della muratura armata, con lo spessore complessivo di 43 cm pari a 40 cm di blocco in la-



Correzione ponti termici cordolo solaio di piano



Particolare schema di posa armature orizzontali

#### Caratteristiche e prestazioni del sistema costruttivo in laterizio

| Tipologia   | Muratura portante                |
|---|----------------------------------|
| Spessore  | 40 cm                            |
| Resistenza media a compressione dei blocchi nella direzione dei carichi verticali | $f_{med} = 15 \text{ MPa}$       |
| Resistenza caratteristica a compressione della muratura                           | $f_k = 5,86 \text{ MPa}$         |
| Trasmittanza U  | $0,217 \text{ W/m}^2\text{K}$    |
| Massa areica  | $360 \text{ kg/m}^2$             |
| Attenuazione  | 0,007                            |
| Sfasamento  | 28,13 h                          |
| Capacità termica areica interna periodica $C_{ip}$                                | $42,00^* \text{ kJ/m}^2\text{K}$ |
| Potere fonoisolante $R_w$   | 52,6 dB                          |

\*  $C_{ip} > 40 \text{ kJ/m}^2 \text{ K}$ , conforme ai CAM edilizia

terizio e 1,5 cm rispettivamente per l'intonaco interno ed esterno. Inoltre lo sfasamento essendo superiore alle 12 ore garantisce ottime prestazioni dal punto di vista del comfort estivo grazie all'inerzia termica. La dotazione tecnologica ed impiantistica ha contribuito ad elevare le prestazioni energetiche dell'intero sistema costruttivo. L'edificio è stato dotato di una pompa di calore con unità esterna motocondensante e modulo idronico interno abbinato ad una ventilazione meccanica controllata. Un impianto fotovoltaico da 6kW e due

pannelli solari completano la dotazione impiantistica. Il risultato finale è un edificio classificato in classe A4 con un valore di  $E_{pgl,nren}$  inferiore ai 40,00 kWh/m<sup>2</sup>anno ovvero ad altissima efficienza energetica.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] A. Baratta; L. Calcagnini; A. Magarò; C. Piferi, L'evoluzione dei prodotti in laterizio. I blocchi ad isolamento diffuso per le murature armate, Costruire in Laterizio, 176 (2018), pp. 82-87.
- [2] D.M. 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni.
- [3] D.M. 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni.
- [4] G. Righetti, L. Bari, L'edificio in muratura, B.I.N., Verona, 1999.