

Costruire oggi: muratura portante *versus* strutture intelaiate in c.a.

di Marco Boscolo Bielo, architetto in Chioggia (VE) e Godega di S. Urbano (TV)

L'analisi dei costi per la realizzazione di un edificio per il terziario a Godega di S. Urbano (TV), a parità di progetto architettonico, di sicurezza strutturale e di prestazioni funzionali (isolamento termico e protezione acustica), ha visto prevalere la soluzione costruttiva in muratura ordinaria portante rispetto a quella intelaiata in cemento armato, confermando, ancora una volta, la validità economica e tecnica delle soluzioni "massive".

La progettazione degli edifici, oltre alla conformità prevista dalle norme energetiche (D.Lgs. 192/05 e 311/06) ed acustiche (D.P.C.M. 05/12/97) è vincolata, naturalmente, alla principale funzione della struttura, ovvero, quella portante. Le modalità di calcolo, sempre più affinate, e i progressi normativi, sia a livello europeo (Eurocodici) che nazionale (D.M. 14/01/2008, "nuove" norme tecniche per le costruzioni), insieme al quadro legislativo più collaudato, obbligano ad una attenta valutazione dei materiali da costruzione.

In tal senso, sono molteplici le soluzioni a cui il progettista può fare riferimento: dalle strutture intelaiate in acciaio o in cemento armato a quelle in muratura di laterizio, fino alle soluzioni in legno, massello o lamellare.

Al fine di verificare, non solo le modalità realizzative di una costruzione in muratura portante (non armata), ma anche eventuali differenze in termini di costi di realizzazione rispetto ad una struttura intelaiata in c.a. (cemento armato), sono stati redatti, per un fabbricato ad uso commerciale-artigianale, ubicato in località Godega di S. Urbano (TV), due distinti progetti, ambedue sviluppati fino al livello esecutivo.

Il medesimo edificio, a parità di condizioni estetiche e prestazionali, è stato valutato inizialmente con struttura a telaio in c.a. (ipotesi "A"), nella quale i pilastri risultano completamente "mascherati" dalla muratura perimetrale, ovvero "annegati" all'interno di questa. Lo stesso progetto è stato poi valutato supponendo l'impiego di una struttura in muratura portante ordinaria (ipotesi "B"). La metodologia di calcolo utilizzata nel caso "A" è stata quella agli stati limite, nel caso "B" il POR.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO

La costruzione è ubicata nella zona periferica di Godega di S. Urbano (TV) e ricade in zona sismica 2. Si tratta di un fabbricato a destinazione commerciale-artigianale, due elevazioni fuori terra (piano terra e primo piano), con annessa un'appendice ad una sola elevazione destinata ai servizi.

La pianta del corpo principale dell'edificio è rettangolare ed ha le dimensioni di circa 7,20 x 13,50 m (fig. 2). La copertura è a doppia falda, con una pendenza del 40% circa; l'altezza massima dell'edificio è di 6,80 m.

Il solaio intermedio è costituito da travetti in legno lamellare con massetto collaborante in c.a., disposti secondo la dimensione minore. Il solaio di copertura è in latero-cemento ed è stato disposto in falda in modo da non essere





**Costruire oggi: muratura portante
versus strutture intelaiate in c.a.**

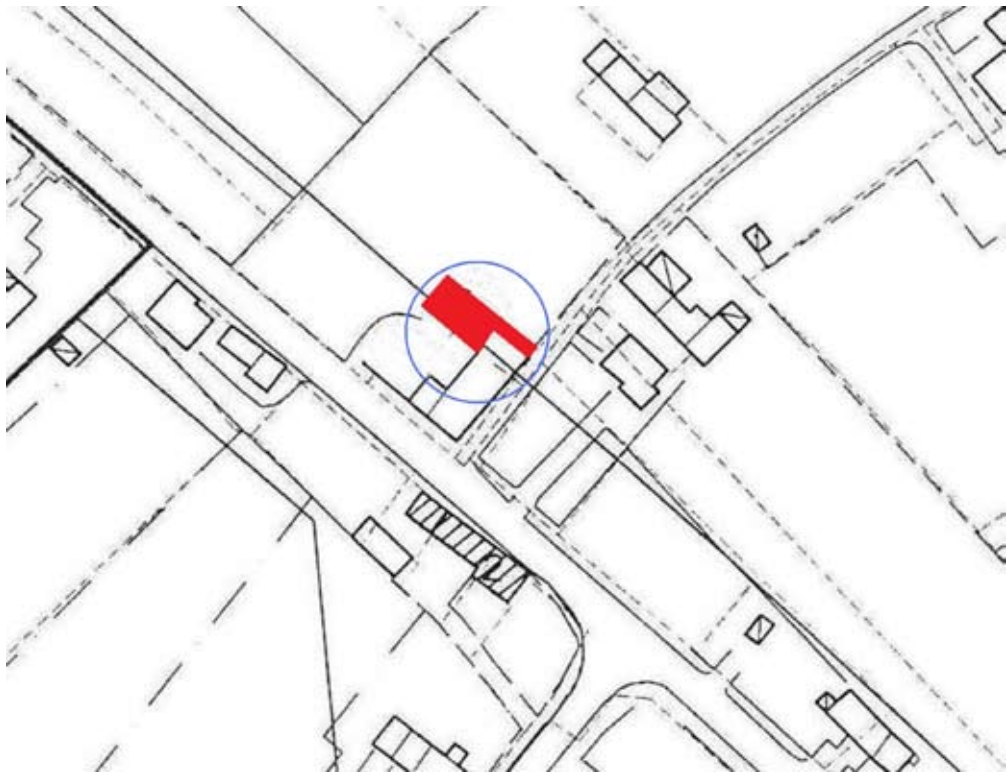


Fig. 1 - Planimetria generale, con evidenziata l'area di intervento.

spingente nei confronti dei muri perimetrali. La copertura, del tipo microventilata, dal punto di vista stratigrafico è costituita da una struttura in latero-cemento (20 + 5 cm), isolante (5 cm), guaina impermeabilizzante e manto di copertura in coppi di laterizio.

La muratura esterna ha uno spessore di 30 cm ad esclusione degli intonaci: in particolare, nel caso "A" i pilastri hanno uno spessore di 25 cm; nella soluzione "B", i blocchi sono portanti, con foratura < 45 % e una massa superficiale (esclusi gli intonaci) ampiamente superiore ai limiti prescritti dalle norme vigenti.

Su uno dei lati corti dell'edificio, si addossa un corpo secondario ad una sola elevazione fuori terra, le cui dimensioni sono di 8,00 x 2,60 m circa, con copertura analoga a quella della costruzione principale.

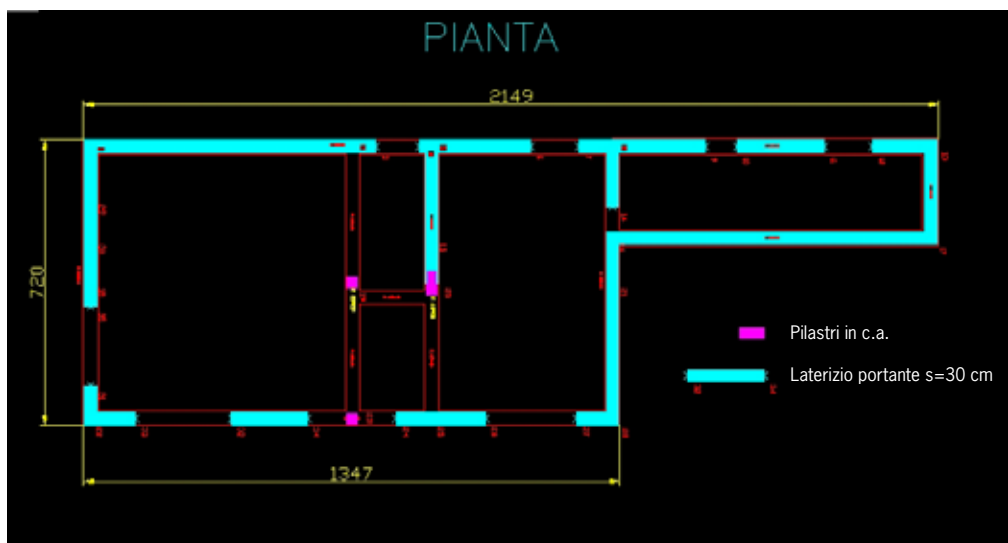


Fig. 2 - Dettaglio dimensionale del fabbricato (misure in cm).

Questo elemento di fabbrica introduce un'eccentricità, che si traduce in una componente sfavorevole (l'azione sismica, come è noto, induce effetti torsionali maggiori quanto più distanti tra loro sono i baricentri di masse e rigidezze).

A fronte di due possibili scelte progettuali: introdurre un giunto sismico, ovvero una discontinuità strutturale che avrebbe reso i due elementi indipendenti, o procedere al calcolo dell'edificio intero, è stata preferita la seconda soluzione in entrambi i casi ipotizzati ("A" e "B"), privilegiando l'aspetto formale e controllando le eventuali implicazioni strutturali.

ANALISI DELLE DUE SOLUZIONI STRUTTURALI

Soluzione intelaiata in cemento armato

La soluzione relativa all'ipotesi "A" (fig. 3), ovvero quella intelaiata in c.a., prevede 20 pilastri, di cui 14 si sviluppano per l'intera altezza di due piani e 6 invece su di un solo piano (quelli relativi al corpo laterale). In particolare, i due pilastri all'interno del vano costituito dal corpo di fabbrica principale restano "a vista" (parte evidenziata in rosso nella figura 3). La struttura di fondazione distribuisce i carichi sul terreno mediante un reticolo di travi rovesce a "T".

La struttura di copertura in latero-cemento si caratterizza per la trave di colmo appoggiata sui due pilastri centrali "a vista".

La muratura di tamponamento è realizzata con blocchi in laterizio con sezione (spessore) pari a 30 cm.

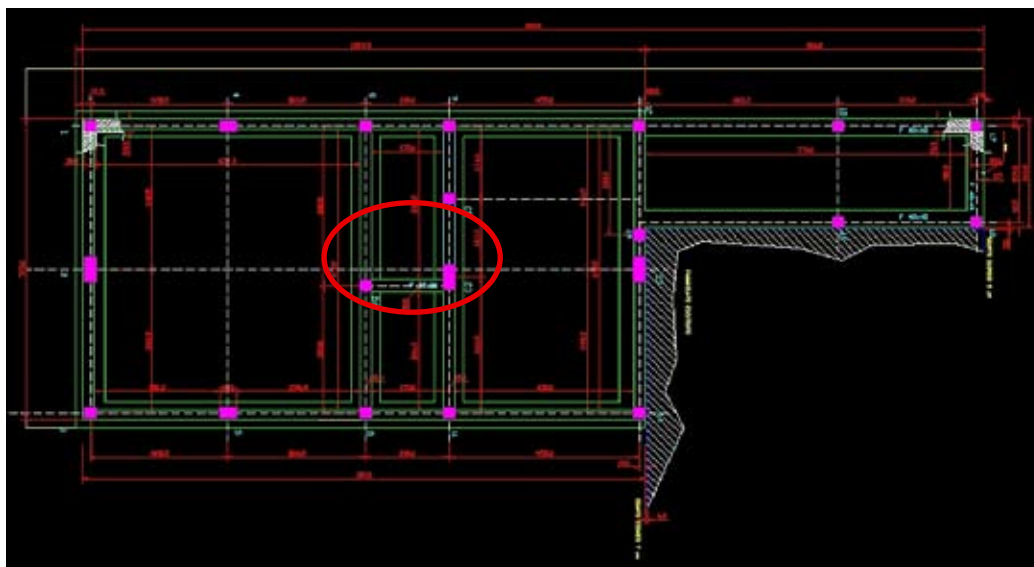


Fig. 3 - Pianta della fondazione con distribuzione della pilastratura per l'ipotesi "A" (soluzione intelaiata in c.a.), con evidenziati i pilastri che restano a "vista".

Soluzione con muratura portante

Nel caso di muratura ordinaria portante, lo spessore è sempre pari a 30 cm, come nella soluzione strutturale in c.a.; in questo caso, però, i blocchi hanno funzione portante (foratura < 45%). Mentre le coperture dell'edificio principale e dell'appendice restano di fatto invariate rispetto al caso precedente, l'effetto costruttivo immediatamente evidente è costituito dall'eliminazione di ben 17 pilastri. Rimangono i 2 pilastri interni all'edificio, a cui se ne aggiunge uno ulteriore, posto fra due aperture con ridotta distanza tra loro (in tal caso, la porzione muraria risultante non può essere considerata portante), evitando così l'inserimento di un'architrave che le sormonti entrambe, per un totale di 3. La fondazione in questo caso è costituita da una semplice sezione rettangolare.



Costruire oggi: muratura portante versus strutture intelaiate in c.a.

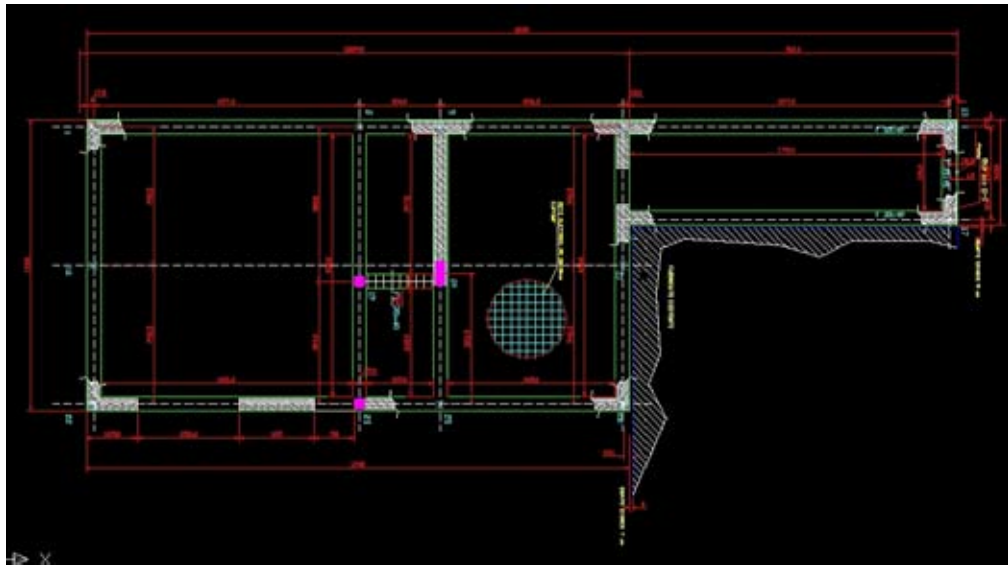


Fig. 4 - Pianta con la distribuzione della pilastratura e della muratura portante nell'ipotesi "B".

Confronto tra le strutture di fondazione

Per quanto riguarda le fondazioni, si registra una variazione sostanziale della tipologia adottata: si passa da una distribuzione dei carichi su trave rovescia a "T" in c.a. di 70 cm (ipotesi di struttura intelaiata in c.a.) ad una soluzione a forma rettangolare (ipotesi di muratura portante) di 35 cm. La differente modalità di ripartizione è individuabile nel diverso tipo di trasmissione dei carichi da parte delle strutture in elevazione sulla fondazione stessa, a parità di resistenza del terreno: i carichi puntuali dati dai pilastri, nel primo caso, contro la distribuzione continua lungo tutta la direttrice dell'orditura fondale (il carico distribuito continuo è sensibilmente costante lungo il perimetro), nel secondo.

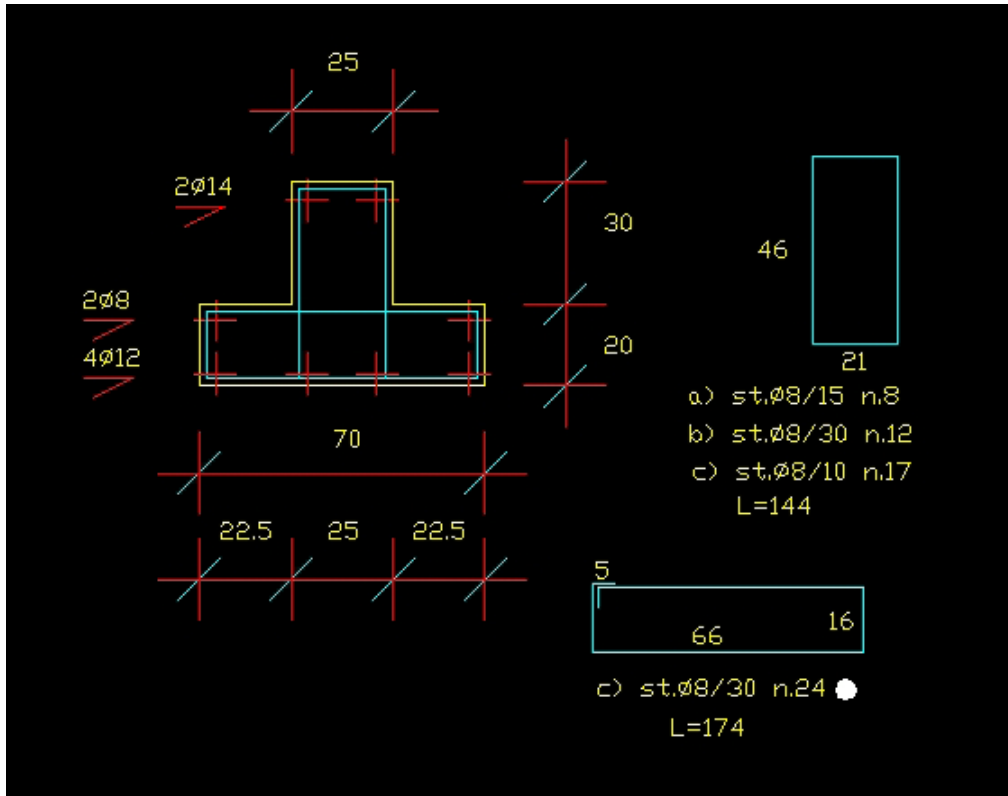


Fig. 5 - Sezione della fondazione principale per la soluzione intelaiata in c.a.

Riepilogando i risultati del calcolo, nel caso "A" (fig. 5) si ha una sezione a "T" rovescia, con le seguenti dimensioni ed armature nelle travi principali:

– 70x20 cm l'ala, 30x25 cm l'anima, armata rispettivamente con $2\phi 8 + 2\phi 10 + 2\phi 12$ una e $2\phi 16$ l'altra, a cui si aggiungono le barre locali nei punti di maggior sollecitazione.

Nel caso "B", si ha una semplice sezione rettangolare (fig. 6) di 35x40 cm, armata con $2+2\phi 12$.

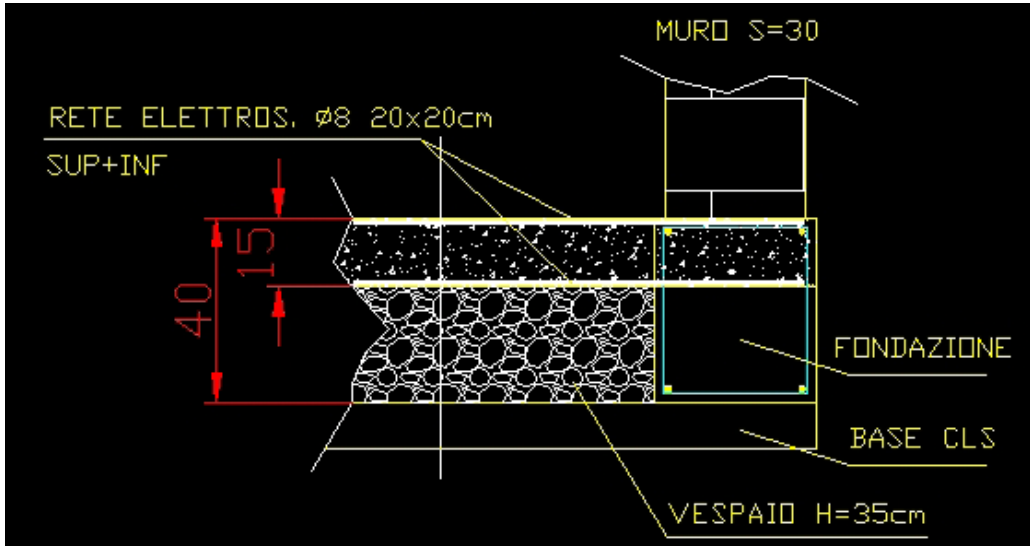


Fig. 6 - Dettaglio della fondazione per la soluzione con muratura portante.

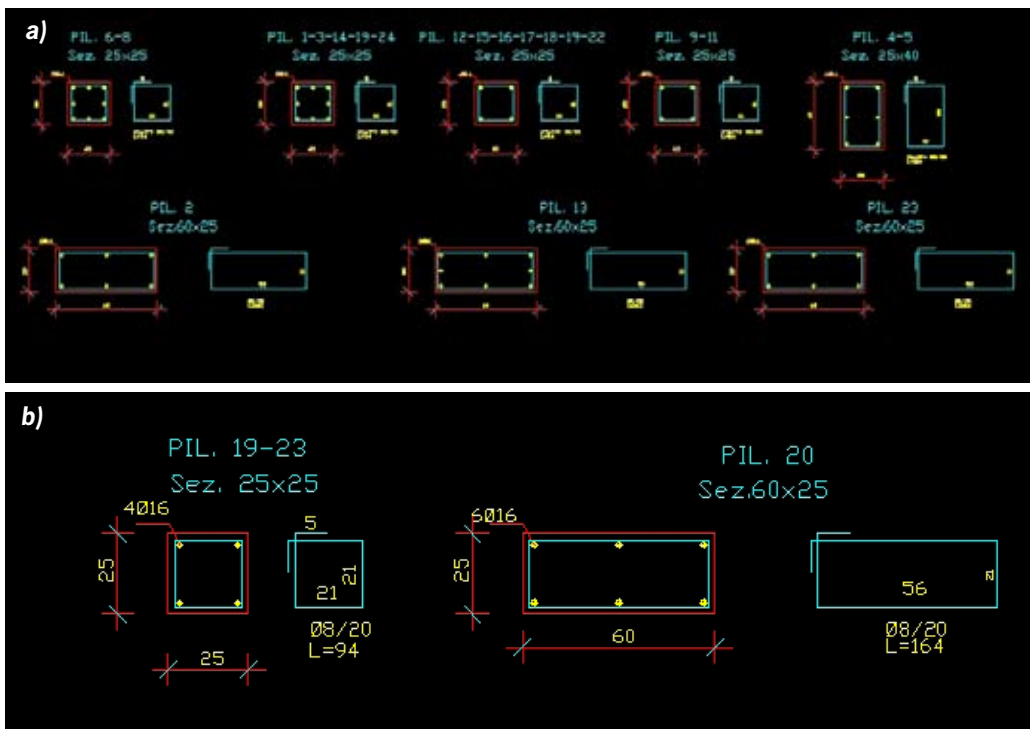


Fig. 7 - Abaco dei pilastri nella soluzione intelaiata in c.a. (a) e in muratura portante (b).

ANALISI DEI COSTI

A questo punto, è interessante procedere all'analisi dei costi, attraverso il confronto dei due progetti strutturali, rispettivamente con struttura intelaiata in c.a. e con muratura portante, dopo avere stabilito le caratteristiche geometriche e volumetriche del fabbricato in relazione all'ambito territoriale ed avere desunto dal calcolo strutturale dimensioni, tipologia di materiali e relative quantità.

Dal punto di vista quantitativo, le differenze tra i materiali impiegati nelle due soluzioni prese in considerazione sono riassunte nella tabella 1. Non sono state, ovviamente, considerate le voci che incidono in modo paritetico nel computo (intonaci, solai, copertura, ecc.). Per quanto riguarda quantità e costi per la realizzazione delle murature in laterizio (per tamponamento e portante), nella struttura a telaio la quantità minore di laterizio è sostanzialmente bilanciata, in termini di costi, dalle tavole in laterizio utilizzate per la correzione dei ponti termici dei pilastri.

Per la valutazione dei costi, sono stati impiegati i prezzi medi di mercato applicati dalle principali imprese costruttrici e rivendite di materiali della provincia di Treviso.



Costruire oggi: muratura portante versus strutture intelaiate in c.a.

Voce	Unità di misura	Intelaiata in c.a. ipotesi "A"	Muratura portante ipotesi "B"	Costo unitario (€)	Costo totale "A"/"B" (€)
Calcestruzzo per le strutture di fondazione (travi)	m ³	13,25	6,36	100,00	1.325/636
Calcestruzzo per le travi e i pilastri di elevazione	m ³	36,47	23,11	350,00	12.765/8.088
Ferro d'armatura	kg	4.013	2.314	1,40	5618/3.240
Inerti per il vespaio	m ³	26,17	32,51	32,00	838/1.040
				Tot.	20.546/13.004

Il vantaggio della muratura portante in laterizio in termini di costo è pari a circa il 37% rispetto alla struttura a telaio in c.a.

Tabella 1 - Riepilogo delle quantità di materiali occorrenti differenziate per la soluzione intelaiata in c.a. e per quella in muratura portante.

Si precisa, per una analisi più completa, che la riduzione della sezione delle travi di fondazione ha comportato un aumento dell'inerte nel vespaio da 26,17 m³ del telaio in c.a. a 32,51 m³ nel caso della muratura portante. Tuttavia, conti alla mano, la differenza in termini economici è poco più di 200 euro a favore della prima.

Diversa appare, invece, l'incidenza economica relativa al calcestruzzo ed alle barre d'armatura: dalla voci riepilogate in tabella 1, che si riferiscono a fondazioni e strutture in elevazione (cordoli e pilastri), si desume che la soluzione con muratura portante in laterizio non armata comporta un risparmio di circa il 37%, rispetto alla soluzione a telaio strutturale in c.a.

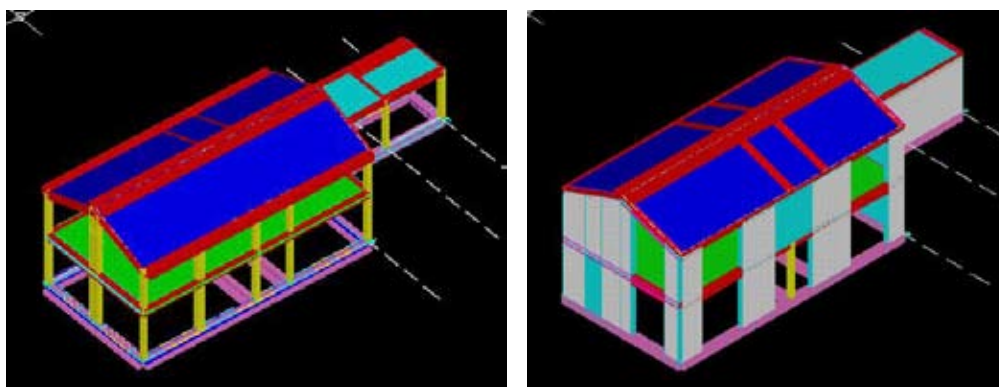


Figura 8 - Modello strutturale dell'ipotesi "A" per soluzione intelaiata in c.a. (a sinistra) e dell'ipotesi "B" con muratura portante (a destra).

ULTERIORI CONSIDERAZIONI

Oltre alle valutazioni fin qui fatte in relazione al tipo di struttura, sono state analizzate ulteriori esigenze di carattere tecnico che hanno contribuito ad orientare la scelta finale del progettista verso l'utilizzo della soluzione "B" (muratura portante) per la realizzazione dell'edificio.

Dal punto di vista dell'efficienza energetica, l'eliminazione dei pilastri perimetrali ha senz'altro ridotto il fenomeno dei ponti termici.

La possibilità di fessurazioni superficiali, in particolare, diminuisce significativamente, in quanto (nella soluzione "B") non vi è più discontinuità materiale fra calcestruzzo armato (travi e pilastri perimetrali) e blocchi in laterizio.

Per ciò che riguarda il possibile rischio di comparsa di fessurazioni orizzontali nel paramento murario, al di sotto dei cordoli dei solai, va rilevato, che, nel caso della muratura portante, l'orizzontamento è praticamente gettato sopra il muro; mentre, nel caso della struttura intelaiata in c.a., il muro perimetrale di tamponamento viene eseguito dopo la realizzazione e stagionatura delle travi di bordo e del solaio sovrastante: se l'intervento non è eseguito a regola d'arte, si può verificare il distacco dell'ultimo corso a causa del ritiro delle malte.

La scelta di eseguire la costruzione in muratura portante ha consentito di realizzare uno spessore murario di soli 30 cm (al netto dell'intonaco). Nel caso dell'ossatura portante, avendo i pilastri uno spessore di 25 cm, il margine utile per il ricoprimento del ponte termico è di soli 5 cm, il che è relativamente poco, anche in considerazione del fatto che aumenta il rischio di fessurazioni. In tale circostanza, sarebbe risultato necessario adottare uno spessore maggiore.

Si segnala infine una diminuzione dei tempi di esecuzione dovuti all'eliminazione della disposizione di casseri ed armature dei pilastri, che si traduce non solo in un minore tempo per il loro approntamento, ma anche in un risparmio temporale nelle operazioni di disarmo ed in una più veloce "maturazione" della struttura. A questo vanno aggiunti i viaggi in meno che le betoniere hanno dovuto effettuare in conseguenza della minore quantità di calcestruzzo necessaria.

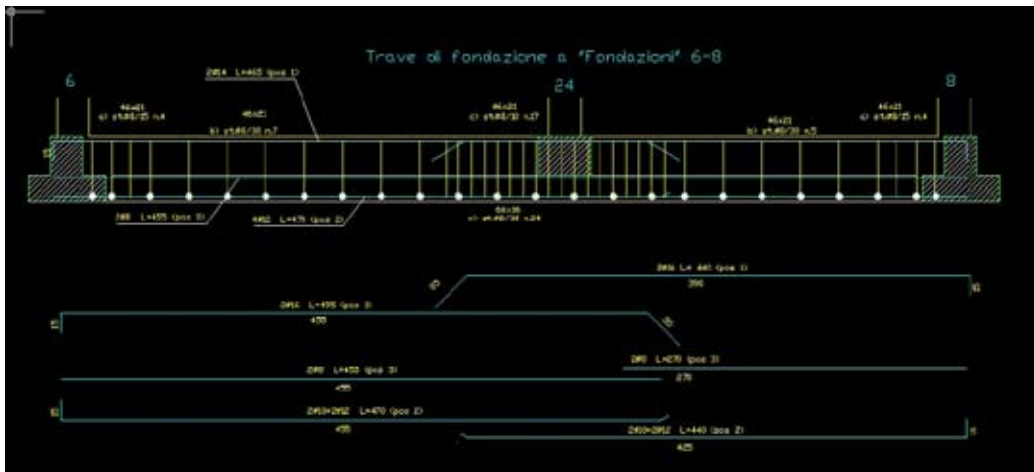


Fig. 9 - Armatura longitudinale della fondazione con soluzione intelaiata in c.a.

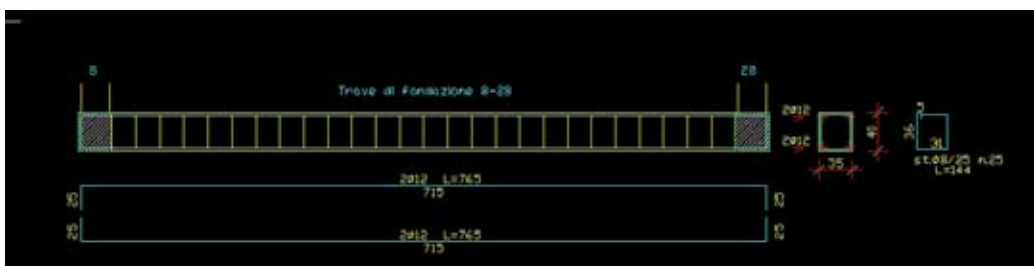


Fig. 10 - Armatura longitudinale e sezione corrente della soluzione con muratura portante.



**Costruire oggi: muratura portante
versus strutture intelaiate in c.a.**

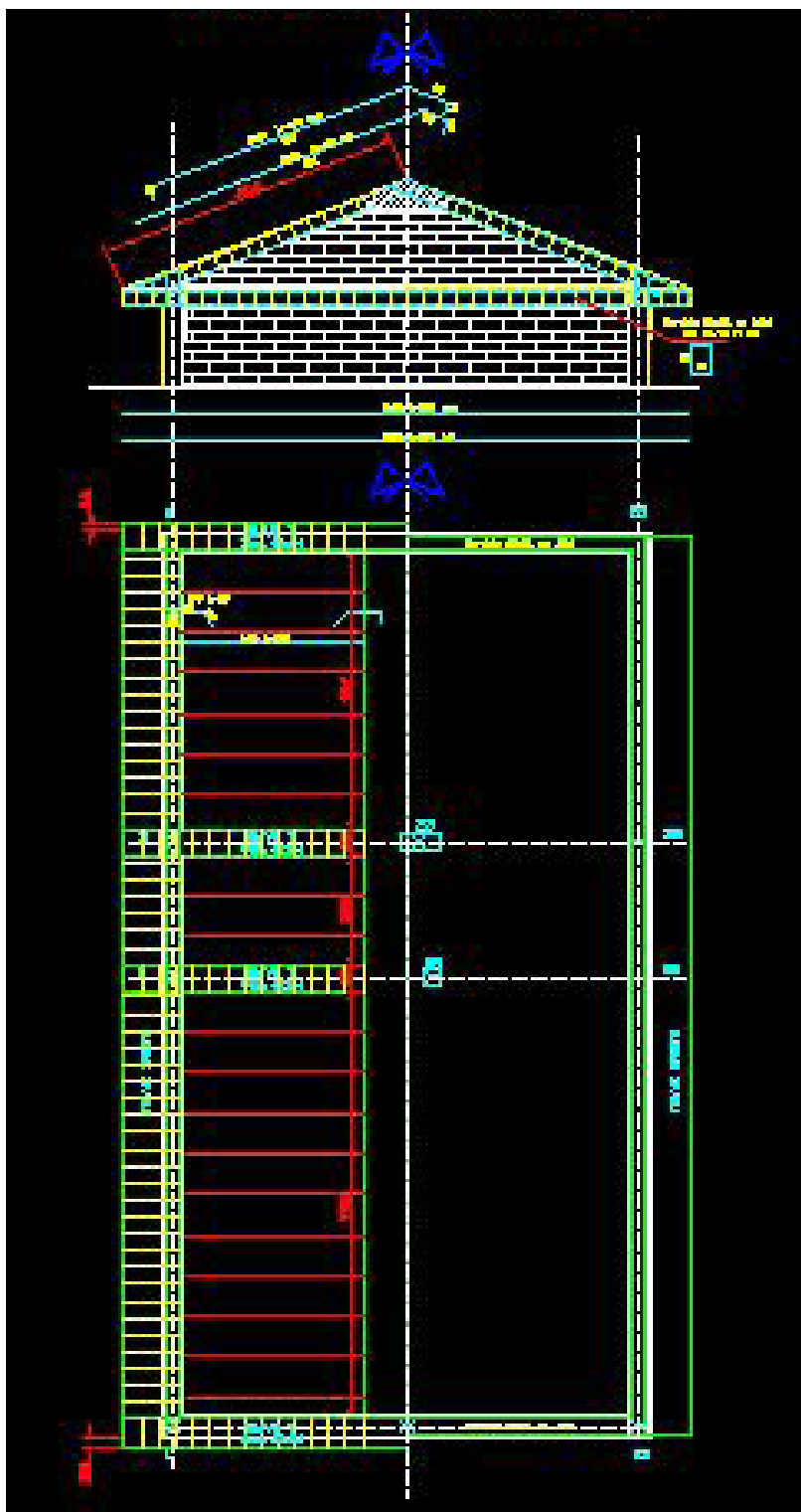


Fig. 11 - Sezione e pianta della copertura.

Scheda tecnica del progetto	
Ubicazione dell'edificio:	Godega di S. Urbano (TV)
Progetto:	Marco Boscolo Bielo
Destinazione d'uso:	Artigianale-commerciale
Numero piani:	2
Superficie:	circa 120 m ²
Direzione lavori:	Marco Boscolo Bielo
Cronologia:	2008, progetto; in corso di realizzazione (ultimazione prevista entro il 2009)