

Uso normato dei “Mattoni in Laterizio” per murature portanti.

Una muratura portante può essere perimetrale, interna, di controvento e dovrà resistere a sforzi verticali ed orizzontali.

Ai muri portanti è affidato il compito di sostenere i solai.

Ai muri di controvento è affidato il compito di assorbire le azioni orizzontali.

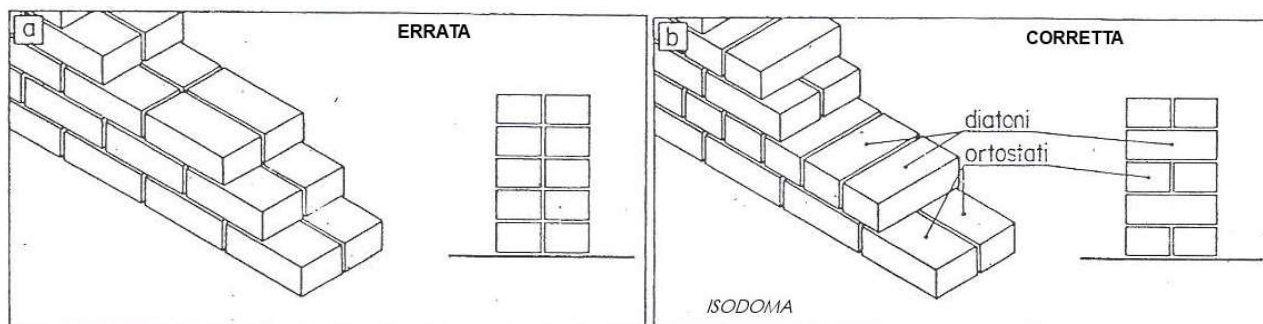
Ai solai è affidata la duplice funzione di distribuire sia i carichi verticali sui muri portanti che le forze orizzontali sulle pareti di controvento.

La muratura portante presenta un comportamento statico di tipo scatolare – tridimensionale caratterizzato da elementi resistenti disposti parallelamente a tre piani tra loro ortogonali che se opportunamente collegati rappresentano un sistema isostatico estremamente efficiente in quanto gli sforzi e le varie azioni si redistribuiscono in maniera uniforme e non puntuale come accade per le strutture a telaio.

I migliori risultati si ottengono quando tutti i muri hanno sia la funzione portante con resistenza ai carichi verticali, sia la funzione di controvento con resistenza ai carichi orizzontali; arrivando ad un comportamento spaziale “a cellule” resistenti.

L’elemento morfologico che maggiormente caratterizza un edificio in muratura è la *continuità*. La struttura muraria conferisce all’organismo edilizio non solo la capacità portante ma anche una forma caratterizzata dal pieno e dalla continuità delle murature.

La muratura che meglio imita il monolitismo è la muratura *isodoma*.



In funzione del tipo di tecnica costruttiva utilizzata, la costruzione può essere considerata di muratura ordinaria, di muratura armata o di muratura confinata.

L’analisi delle strutture soggette ad azione sismica può essere lineare o non lineare.



Classici per Tradizione

by LATERCOMPOUND

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo i valori massimi del fattore di comportamento allo SLV da utilizzare in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD sono i seguenti:

analisi lineari

- Costruzioni di muratura portante ordinaria ($\alpha/\alpha_1 = 1,75$)
- Costruzioni di muratura portante armata ($\alpha/\alpha_1 = 2,5$)
- Costruzioni di muratura portante armata con la progettazione in capacità ($\alpha/\alpha_1 = 3,0$)
- Costruzioni di muratura portante confinata ($\alpha/\alpha_1 = 2,0$)
- Costruzioni di muratura portante confinata con la progettazione in capacità ($\alpha/\alpha_1 = 3,0$)

analisi non lineari

- Costruzioni di muratura portante ordinaria ($\alpha/\alpha_1 = 1,7$)
- Costruzioni di muratura portante armata ($\alpha/\alpha_1 = 1,5$)
- Costruzioni di muratura portante armata con la progettazione in capacità ($\alpha/\alpha_1 = 1,3$)
- Costruzioni di muratura portante confinata ($\alpha/\alpha_1 = 1,6$)
- Costruzioni di muratura portante confinata con la progettazione in capacità ($\alpha/\alpha_1 = 1,3$)

Le NTC (DM 17 Gennaio 2018) prevedono, per murature portanti in elementi in laterizio (mattoni pieni e semipieni), spessore minimo di 240 mm e foratura per i semipieni fra 15% e 45% mentre il precedente (DM 24 Gennaio 1986) prevedeva spessori minimi di 240 mm solo nel caso di mattoni pieni e di 300 mm nel caso di mattoni semipieni con foratura tra 15% e 45%.

Il D.M. 17/01/18 denomina pieni i mattoni aventi percentuale di foratura inferiore o uguale al 15% e semipieni quelli aventi percentuale maggiore a 15% e non superiore al 45% limitando la foratura massima ammissibile per l'impiego quali elementi portanti.

Tabella1

Elementi	Percentuale di foratura φ	Area f della sezione normale del foro
Pieni	$\varphi \leq 15\%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15\% < \varphi \leq 45\%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45\% < \varphi \leq 55\%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$



Classici per Tradizione

by LATERCOMPOUND



Per gli elementi in laterizio lo spessore minimo dei setti interni (distanza minima tra i due fori) è 7 mm mentre lo spessore minimo dei setti esterni (distanza minima dal bordo esterno al foro più vicino) è 10 mm.

La geometria delle pareti di muratura portante, composte di elementi in laterizio, resistenti al sisma deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella, in cui **t** indica lo spessore della parete al netto dell'eventuale intonaco, **h⁰** l'altezza di libera inflessione della parete, **h¹** l'altezza massima delle aperture adiacenti alla parete, **l** la lunghezza della parete

Tabella 2

TIPOLOGIE COSTRUTTIVE	t	h ⁰	l/h ¹
Muratura ordinaria	240 mm	12	0,4
Muratura armata	240 mm	15	Qualsiasi
Muratura confinata	240 mm	15	0,3

Costruzioni di muratura ordinaria:

Nelle costruzioni di muratura ordinaria, ad ogni piano deve essere realizzato un cordolo continuo all'intersezione tra solai e pareti. I cordoli devono avere altezza minima pari all'altezza del solaio e larghezza almeno pari a quella del muro; è consentito un arretramento massimo non superiore a 60 mm per murature di spessore fino a 300 mm.

In corrispondenza tra incroci d'angolo tra due pareti perimetrali, sono prescritte, su entrambe le pareti, zone di parete muraria di lunghezza non inferiore ad un terzo dell'altezza, e comunque non inferiore a 1 m, compreso lo spessore di muro trasversale.

Costruzioni di muratura armata:

Oltre quanto previsto per la muratura ordinaria, per la muratura armata che è costituita da elementi resistenti pieni e semipieni idonei alla realizzazione di pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali e orizzontali annegate nella malta o nel conglomerato cementizio, le barre di armatura devono essere ancorate in modo adeguato alle estremità mediante piegature attorno alle barre verticali e la percentuale di armatura orizzontale, calcolata rispetto all'area lorda della sezione verticale della parete, non può essere inferiore allo 0,04% né superiore allo 0,5%.

Gli architravi sovrastanti le aperture possono essere realizzati in muratura armata. Agli incroci delle pareti perimetrali è possibile derogare al requisito di avere su entrambe le pareti zone di parete muraria di lunghezza non inferiore a 1 m.



Classici per Tradizione

by LATERCOMPOUND



Costruzioni di muratura confinata:

Le costruzioni di muratura confinata dovranno essere progettate rispettando i seguenti requisiti:

- Gli elementi di confinamento orizzontali e verticali dovranno essere collegati fra loro ed ancorati agli elementi del sistema strutturale principale;
- Per garantire un collegamento efficace fra gli elementi di confinamento e la muratura, il calcestruzzo degli elementi di confinamento dovrà essere gettato dopo la realizzazione della muratura;
- La minima dimensione trasversale degli elementi di confinamento orizzontali e verticali non dovrà essere inferiore a 150 mm;
- Gli elementi di confinamento verticali dovranno essere posizionati:
 1. lungo i bordi liberi di ogni parete strutturale
 2. su entrambi i lati delle aperture aventi area maggiore di 1,5 m²
 3. all'interno delle pareti con passo non maggiore di 5 m
 4. alle intersezioni delle pareti strutturali, in tutti i casi in cui gli elementi di confinamento più vicini siano ad una distanza superiore a 1,5 m
- Gli elementi di confinamento orizzontali dovranno essere posizionati nel piano della parete ad ogni piano e, in ogni caso, ad un passo non maggiore di 4 m;
- L'armatura longitudinale degli elementi di confinamento deve avere un'area non inferiore a 300 mm² o all'1% della sezione dell'elemento di confinamento;
- Le staffe dovranno avere diametro non inferiore a 5 mm e passo non maggiore di 15 cm;
- Le lunghezze di sovrapposizione delle barre longitudinali non dovranno essere minori di 60 diametri.

Come per le costruzioni in muratura armata è possibile derogare dal requisito di avere agli incroci delle pareti perimetrali zone di parete muraria di lunghezza non inferiore ad 1 m su ciascun lato dell'angolo. I cordoli di piano devono essere realizzati così come previsto per le costruzioni in muratura ordinaria.

Strutture miste:

Nell'ambito delle costruzioni di muratura è consentito utilizzare strutture di diversa tecnologia per sopportare i carichi verticali, purchè la resistenza all'azione sismica sia integralmente affidata agli elementi di identica tecnologia. Nel caso in cui si volesse invece considerare la collaborazione delle pareti in muratura e dei sistemi di diversa tecnologia nella resistenza al sisma, quest'ultima deve essere verificata utilizzando i metodi di analisi non lineare.



Classici per Tradizione

by LATERCOMPOUND

Costruzioni semplici:

Un edificio in muratura formata da elementi resistenti artificiali semipieni o pieni è considerato semplice e vi si può applicare il metodo semplificato per le verifiche strutturali “Costruzioni semplici” delle NTC - D.M. 17 Gennaio 2018 (paragrafi 4.5.6.4 - 7.8.1.9 - 7.2.1 - 7.8.6.1 - 7.8.6.2 - 7.8.6.3) rispettivamente per le costruzioni di muratura ordinaria, armata e confinata se :

- Le pareti strutturali della costruzione sono continue dalle fondazioni alla sommità;
- Nessuna altezza interpiano è superiore a 3.5;
- Il numero di piani non è superiore a 3 (entro e fuori terra) per costruzioni in muratura ordinaria e confinata ed a 4 per costruzioni in muratura armata;
- La snellezza della muratura non sia superiore a 12 per la muratura ordinaria e 15 per quella armata e confinata;
- Il carico variabile per i solai non sia superiore a 3.00 kN/m²;
- La planimetria dell’edificio è inscritibile in un rettangolo con rapporti fra lato minore e lato maggiore non inferiore a 1/3;
-
- In ciascuna delle due direzioni siano previsti almeno due sistemi di pareti di lunghezza complessiva, al netto delle aperture, ciascuno non inferiore al 50% della dimensione della costruzione nella medesima direzione. Nel conteggio della lunghezza complessiva possono essere inclusi setti murari che rispettino i requisiti geometrici della Tabella 1. La distanza tra questi due sistemi di pareti in direzione ortogonale al loro sviluppo longitudinale in pianta sia non inferiore al 75% della dimensione della costruzione nella medesima direzione (ortogonale alle pareti). Almeno il 75% dei carichi verticali sia portato da parti che facciano parte del sistema resistente alle azioni orizzontali;
- In ciascuna delle due direzioni siano presenti pareti resistenti alle azioni orizzontali con interasse non superiore a 7 m, elevabili a 9 m per costruzioni in muratura armata;
- L’area della sezione di muratura resistente alle azioni orizzontali (ρ), espressa in percentuale rispetto alla superficie totale in pianta dell’edificio, è non inferiore al valore riportato dalla Tabella 3 nelle due direzioni principali X e Y escluse le pareti aggettanti ovvero che per ciascun piano il rapporto tra area della sezione resistente delle pareti e superficie lorda del piano, non sia inferiore ai valori indicati, in funzione dei numeri di piano della costruzione e della sismicità del sito, per ciascuna delle due direzioni ortogonali e siano quindi rispettate le percentuali minime, calcolate rispetto alla superficie coperta totale in pianta dell’edificio, di sezione resistente delle pareti, calcolate nelle due direzioni ortogonali.



Classici per Tradizione

by LATERCOMPOUND

Tabella 3 – Area pareti resistenti in ciascuna direzione ortogonale per costruzioni semplici

Accelerazione di picco del terreno $a_g \cdot S$		≤ 0.07 g	≤ 0.1 g	≤ 0.15 g	≤ 0.20 g	≤ 0.25 g	≤ 0.30 g	≤ 0.35 g	≤ 0.40 g	≤ 0.45 g	≤ 0.4725 g
Tipo di struttura	Numero piani										
Muratura ordinaria confinata	1	3.5%	3.5%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.0%	6.0%	6.5%
	2	4.0%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	6.5%	6.5%	7.0%
	3	4.5%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	7.0%			
Muratura armata	1	2.5%	3.0%	3.0%	3.0%	3.5%	3.5%	4.0%	4.0%	4.5%	4.5%
	2	3.0%	3.5%	3.5%	3.5%	4.0%	4.0%	4.5%	5.0%	5.0%	5.0%
	3	3.5%	4.0%	4.0%	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	5.5%	6.0%	6.0%
	4	4.0%	4.5%	4.5%	5.0%	5.5%	5.5%	6.0%	6.0%	6.5%	6.5%

(9) Non sono da prendere in considerazione, ai fini della percentuale resistente, i muri di lunghezza inferiore a 50 cm misurata al netto delle aperture.

Dovranno inoltre essere rispettate le seguenti condizioni:

- Le aperture verticali dovranno essere allineate.
- Ad ogni piano sarà realizzato un cordolo continuo pari alla larghezza dl muro con arretramento massimo di 6 cm (es. con muro da 28.5 cm, cordolo 22.5 cm).
- L'altezza minima dei cordoli sarà pari all'altezza del solaio + 4 cm (es. con Solaio Compound tipo S2/tot. 26 cm cordolo da 30 cm).
- Le travi prefabbricate del solaio dovranno entrare nel cordolo per almeno la metà della larghezza e non meno di 12 cm.
- In corrispondenza di incroci d'angolo tra due pareti perimetrali sono prescritte, su entrambi le pareti, zone murarie di lunghezza non inferiore ad 1 m compreso lo spessore del muro trasversale.
- In zona sismica non si possono impiegare elementi artificiali semipieni (mattoni forati) con resistenza caratteristica $< 50 \text{ kg/cm}^2$ nella direzione dei carichi verticali e con resistenza caratteristica $< 15 \text{ kg/cm}^2$ nella direzione ortogonale ai carichi verticali. In zona sismica gli orizzontamenti di piano e di copertura non dovranno risultare spingenti o, comunque, eventuali spinte orizzontali dovranno essere assorbite (ipotesi interessante da analizzare è quella dei contrafforti per la l'orditura primaria).



Classici per Tradizione

by LATERCOMPOUND

Tipi di malte e di giunti:

Si devono poi aggiungere, al corpo delle regole dell'arte dettate per la muratura, nuove regole che riguardano la malta d'allettamento. Queste normano lo spessore dei giunti (1.0 ÷ 1.5 cm), la confezione delle malte e la loro posa in opera. I giunti devono essere riempiti, sia verticalmente che orizzontalmente, di malta che deve avere una giusta percentuale d'acqua; i mattoni devono essere bagnati in modo corretto per non cedere od assorbire acqua, ecc.

Le malte possono essere a prestazione garantita, a composizione prescritta o prodotte in cantiere. La norma ribadisce che le malte per muratura dei primi due tipi devono essere conformi alla pertinente norma europea armonizzata e nel caso della malta a prestazione garantita, recare la Marcatura CE.

La malta di allettamento dovrà, per le NTC, avere un valore $\geq 2,5 \text{ N/mm}^2$ (per muratura portante ordinaria) e $\geq 10 \text{ N/mm}^2$ (per muratura portante armata).

La malta a prestazione garantita deve essere specificata per mezzo della classe di resistenza a compressione con riferimento alla classificazione riportata nella tabella 4

Tabella 4

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm^2	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm^2 dichiarata dal produttore						

La resistenza a compressione della muratura si può determinare a partire della resistenza degli elementi che la compongono. Si osservi che questa possibilità è garantita dalla legislazione italiana solo per elementi in laterizio pieni o semipieni e non per i forati.

La resistenza al taglio è legata alla risposta che l'edificio può fornire alle azioni orizzontali, tra queste la più caratteristica è l'azione sismica. Le azioni orizzontali vengono trasmesse alla sommità delle murature dai solai ad esse collegati generando, assieme alle reazioni vincolari alla base della muratura, uno stato di sollecitazioni interne che può portare alla rottura per scorrimento nei giunti orizzontali, o la rottura per taglio- trazione nella zona centrale della muratura.

La normativa italiana ammette, anche per il taglio, la possibilità di determinazione della resistenza per via indiretta in base alle caratteristiche dei componenti della muratura. In particolare in base alla resistenza a compressione degli elementi in laterizio e al tipo di malta utilizzato, tale possibilità è preclusa per elementi con giunti di malta inferiori ai 5 mm. Altresì non è possibile stimare la resistenza al taglio se il giunto di malta è superiore ai 15 mm.



Classici per Tradizione

Tabella 5 – Leggi e norme tecniche interessanti gli elementi in muratura

<p>D.M. 17 gennaio 2018</p>	<p>Norme Tecniche per le Costruzioni</p> <p>In particolare del d.m. interessano i seguenti punti:</p> <p><i>Sulle costruzioni in generale</i></p> <p>4.5 COSTRUZIONI IN MURATURA</p> <p>4.5.1 Definizioni</p> <p>4.5.2 Materiali e caratteristiche tipologiche</p> <p>4.5.3 Caratteristiche meccaniche delle murature</p> <p>4.5.4 Organizzazione strutturale</p> <p>4.5.5 Analisi strutturale</p> <p>4.5.6 Verifiche</p> <p>4.5.7 Muratura armata</p> <p>4.5.8 Muratura confinata</p> <p>4.5.9 Verifiche per situazioni transitorie</p> <p>4.5.10 Verifiche per situazioni eccezionali</p> <p>4.5.11 Resistenza al fuoco</p> <p>4.6 ALTRI SISTEMI COSTRUTTIVI</p> <p><i>Sulle costruzioni in zona sismica</i></p> <p>7.8 COSTRUZIONI DI MURATURA</p> <p>7.8.1 Regole generali</p> <p>7.8.2 Costruzioni in muratura ordinaria</p> <p>7.8.3 Costruzioni in muratura armata</p> <p>7.8.4 Costruzioni in muratura confinata</p> <p>7.8.5 Strutture miste</p> <p>7.8.6 Regole di dettaglio</p> <p><i>Sui materiali</i></p> <p>11.10 MURATURA PORTANTE</p> <p>11.10.1 Elementi per muratura</p> <p>11.10.2 Malte per muratura</p> <p>11.10.3 Determinazione dei parametri meccanici della muratura</p>
<p>UNI EN 1996 - 1 - 1</p>	<p>Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura – Parte 1 – 1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata</p>
<p>UNI EN 1996 - 1 - 2</p>	<p>Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura – Parte 1 – 2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l’incendio</p>
<p>UNI EN 1996 - 2</p>	<p>Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura – Parte 2: Considerazioni progettuali, selezione dei materiali ed esecuzione delle murature</p>
<p>UNI EN 1996 - 3</p>	<p>Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture di muratura – parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata</p>
<p>UNI EN 771 - 1</p>	<p>Specifica per elementi per muratura – Parte 1: Elementi per muratura di laterizio</p>
<p>UNI EN 772 - 1</p>	<p>Specifica per modalità di prova resistenza a compressione degli elementi in laterizio</p>
<p>UNI EN 845 - 1</p>	<p>Specifica per elementi complementari per muratura – Parte 1: Connettori trasversali, incatenamenti orizzontali, ganci e mensole di sostegno</p>
<p>UNI EN 845 - 2</p>	<p>Specifica per elementi complementari per muratura – Architravi</p>
<p>UNI EN 845 - 3</p>	<p>Specifica per elementi complementari per muratura – Parte 3: Armatura di acciaio per giunti orizzontali</p>
<p>UNI EN 998 - 2</p>	<p>Specifiche per malte per opere murarie – Parte 2: Malte da muratura</p>



Classici per Tradizione