

**Collegio dei Geometri e dei Geometri Laureati
Reggio Emilia - 26 novembre 2010**



Esempio di calcolo – 1
Verifiche ai carichi verticali

Dott. Ing. Nicola GAMBETTI, Libero Professionista

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

➔ Si considera un edificio costituito da un piano seminterrato in c.a. e da due piani fuori terra in muratura portante adibiti a civile abitazione, avente un'altezza di interpiano di circa 3 m

➔ Si ipotizza la muratura realizzata utilizzando elementi resistenti artificiali in laterizio semipieni di categoria II, malta a composizione prescritta. Per le caratteristiche meccaniche della muratura si assumono i seguenti valori:

- resistenza caratteristica a compressione $f_k = 50 \text{ Kg/cm}^2$
- resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali $f_{vk0} = 2 \text{ Kg/cm}^2$
- modulo di elasticità normale $E = 1000 \times 50 = 50000 \text{ Kg/cm}^2$
- modulo di elasticità tangenziale $G = 0,4 \times 50000 = 20000 \text{ Kg/cm}^2$

➔ Ne deriva un valore di resistenza di progetto a compressione della muratura pari a:

$$f_d = f_k / 3 = 16,66 \text{ Kg/cm}^2$$

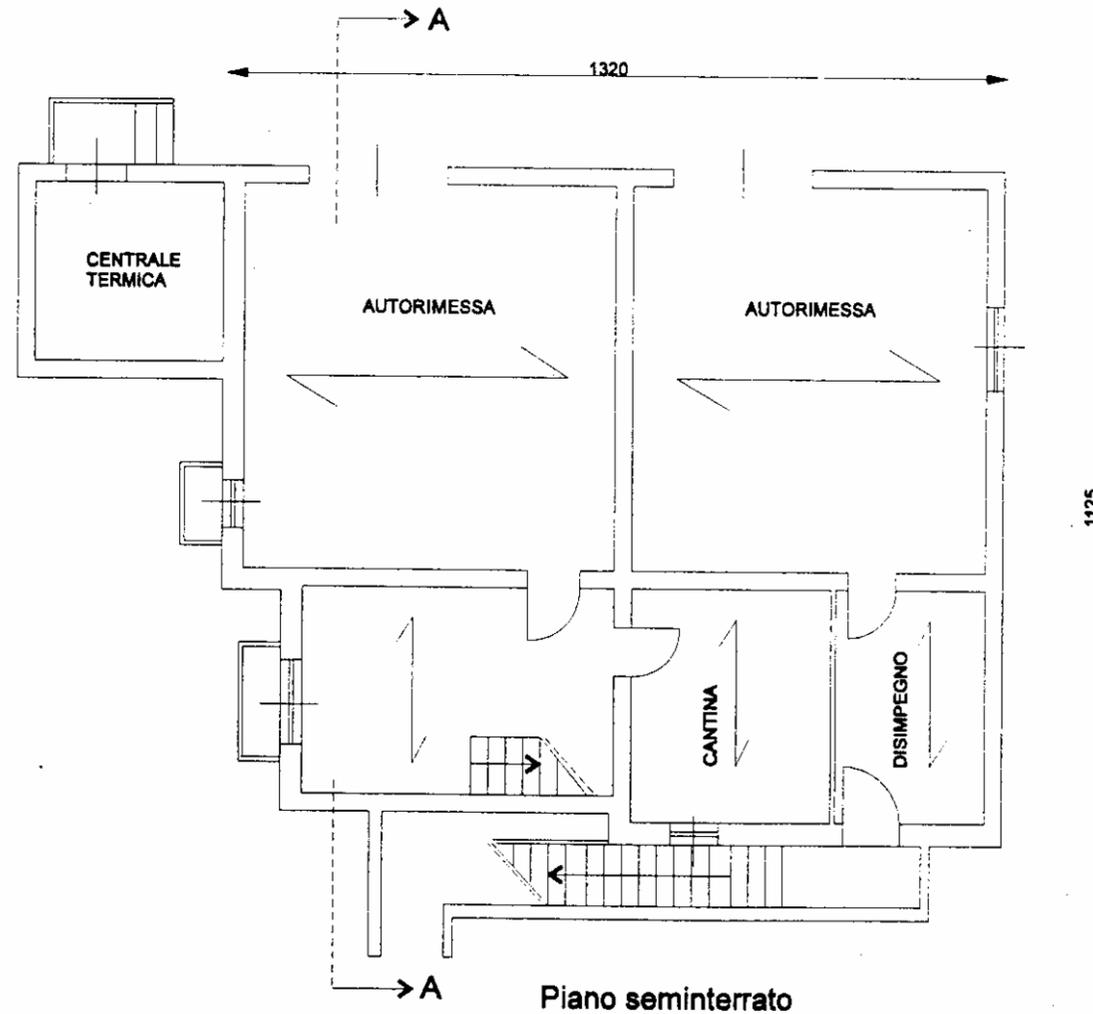
➔ Si prevede che a livello di piano vengano predisposti cordoli in c.a. di altezza 24 cm, e larghezza pari a 25-30 cm, armati con un minimo di 4 barre correnti di diametro pari a 16 mm e staffe $\phi 6$ con interasse non superiore a 30 cm.

➔ I solai sono realizzati in latero-cemento gettati in opera e presentano uno spessore di 20+4 cm; vengono considerati sia perfettamente ammorsati alle murature portanti su cui appoggiano, sia infinitamente rigidi nel proprio piano.

NTC 2008 – Strutture in muratura



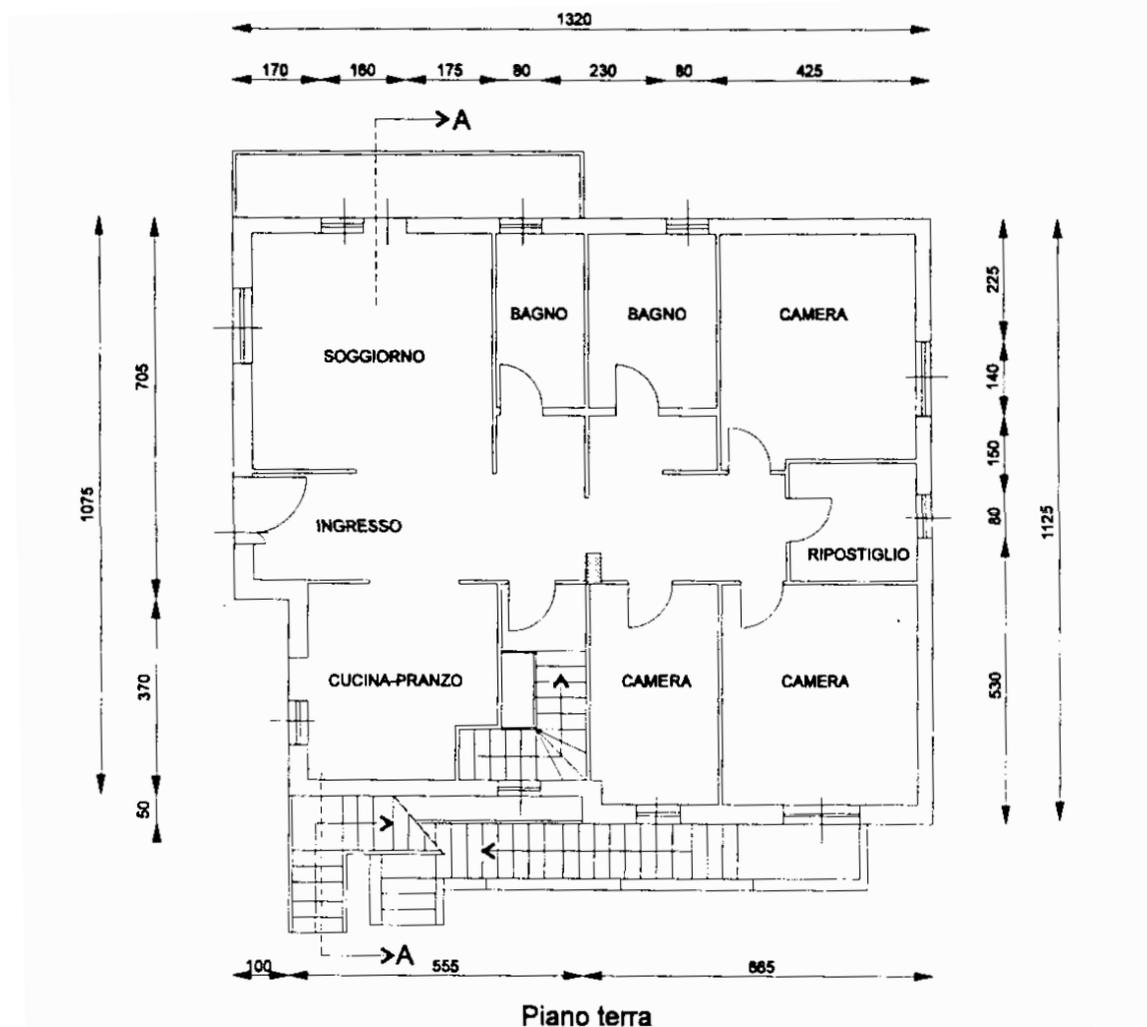
ESEMPIO DI CALCOLO - 1



NTC 2008 – Strutture in muratura



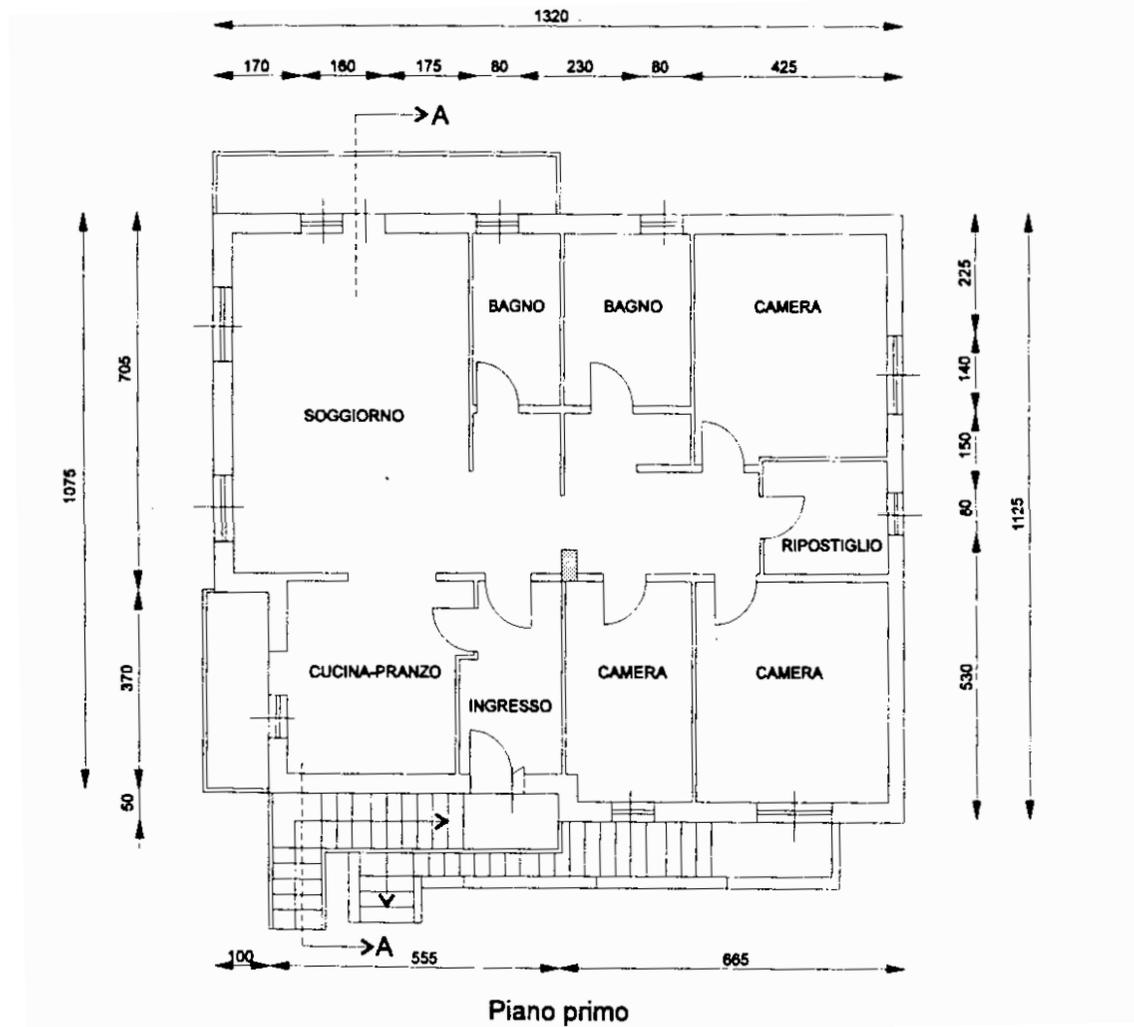
ESEMPIO DI CALCOLO - 1



NTC 2008 – Strutture in muratura



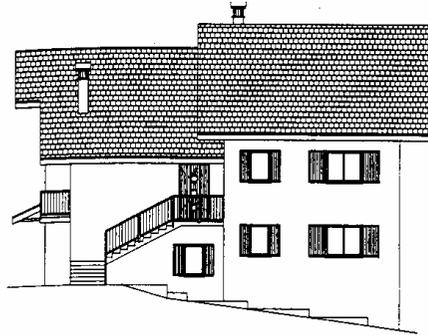
ESEMPIO DI CALCOLO - 1



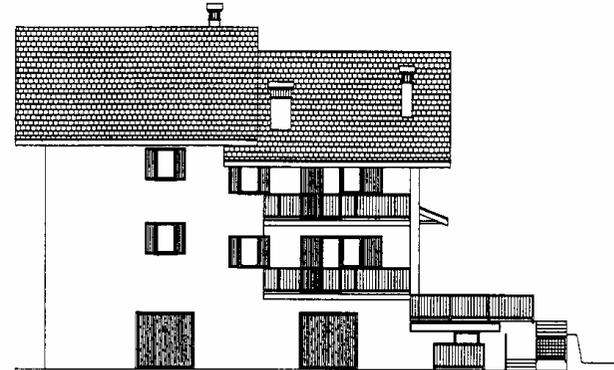
NTC 2008 – Strutture in muratura



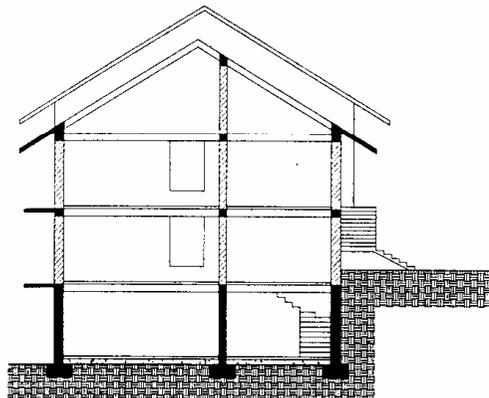
ESEMPIO DI CALCOLO - 1



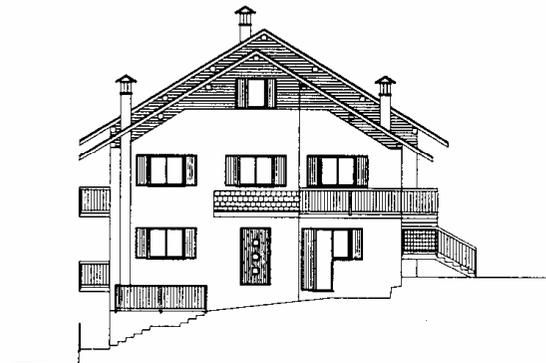
Prospetto Nord



Prospetto Sud



Sezione A-A

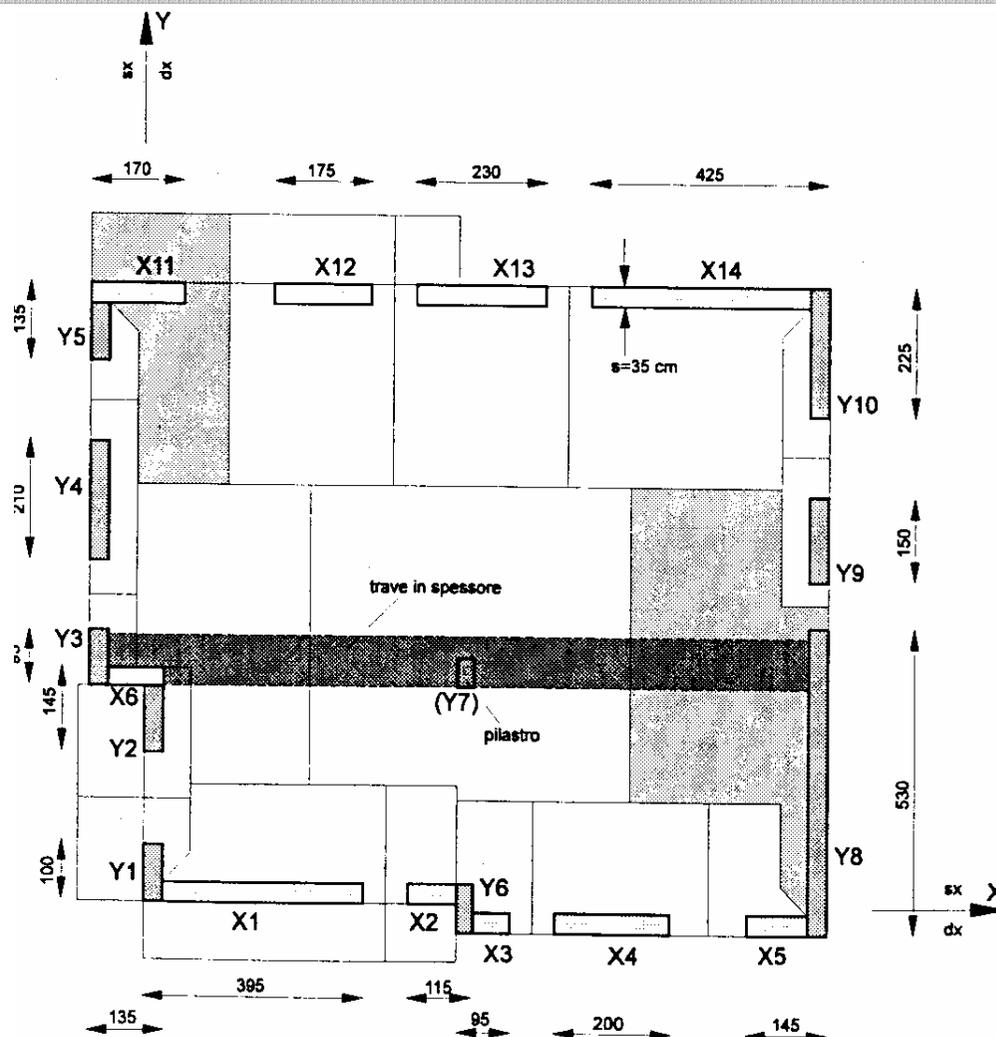


Prospetto Est

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1



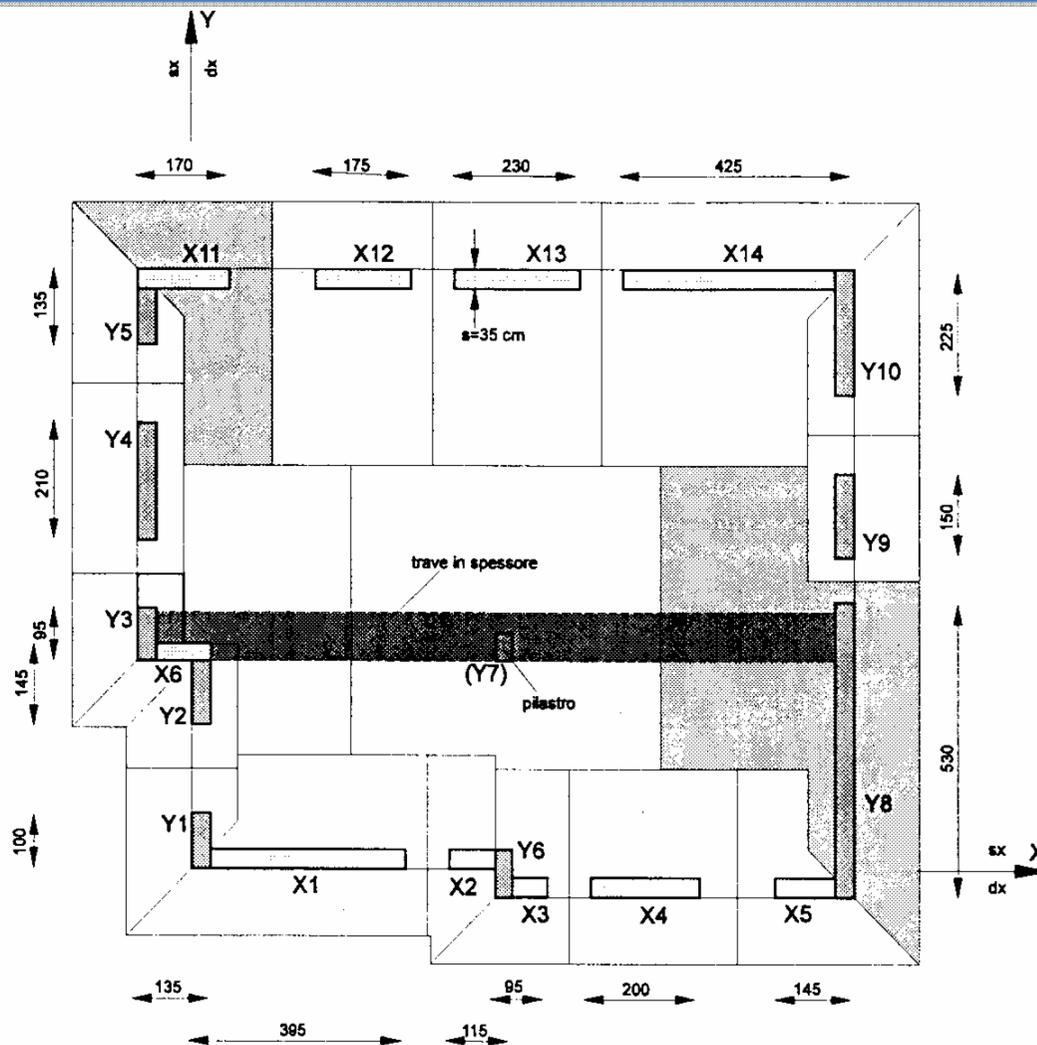
Piano terra

Schema degli elementi resistenti
con l'indicazione delle aree
gravanti sulle murature

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1



Piano primo

Schema degli elementi resistenti
con l'indicazione delle aree
gravanti sulle murature

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Nelle tabelle si riassumono le caratteristiche geometriche dell'edificio e dei suoi elementi

Parete	Spessore t (m)	Lunghezza b (m)	Area A (m ²)	Solaio sx (m ²)	Solaio dx (m ²)	Balcone Scala sx (m ²)	Balcone Scala dx (m ²)
X1	0.35	3.95	1.3825	7.54			4.35
X2	0.35	1.15	0.4025	2.56			1.25
X3	0.35	0.95	0.3325	3.10			
X4	0.35	2.00	0.7000	7.11			
X5	0.35	1.45	0.5075	3.34			
X6	0.30	1.35	0.4050	14.25			
X11	0.35	1.70	0.5950		6.14	3.00	
X12	0.35	1.75	0.6125		10.33	3.54	
X13	0.35	2.30	0.8050		10.85	1.38	
X14	0.35	4.25	1.4875		13.66		
Totale X			7.2300	37.90	40.98	7.92	5.60
Y1	0.35	1.00	0.3500		1.17	2.16	
Y2	0.35	1.45	0.5075		1.92	2.34	
Y3	0.35	0.95	0.3325		1.07		
Y4	0.35	2.10	0.7350		2.90		
Y5	0.35	1.35	0.4725		1.39		
Y6	0.30	0.85	0.2550		0.25		
[Y7]	(0.30)	(0.50)	(pilastro)		30.15		
Y8	0.35	5.30	1.8550	19.34			
Y9	0.35	1.50	0.5250	2.22			
Y10	0.35	2.25	0.7875	2.16			
Totale Y			5.8200	23.72	38.85	4.50	

Piano terra

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Parete	Spessore t (m)	Lunghezza b (m)	Area A (m ²)	Solalo sx copertura (m ²)	Solalo dx copertura (m ²)
X1	0.35	3.95	1.3825	7.54	5.94
X2	0.35	1.15	0.4025	2.56	1.39
X3	0.35	0.95	0.3325	3.10	2.34
X4	0.35	2.00	0.7000	7.11	3.72
X5	0.35	1.45	0.5075	3.34	3.30
X6	0.30	1.35	0.4050	14.25	1.20
X11	0.35	1.70	0.5950	3.72	6.14
X12	0.35	1.75	0.6125	3.54	10.33
X13	0.35	2.30	0.8050	3.72	10.85
X14	0.35	4.25	1.4875	6.30	13.66
Totale X			7.2300	55.18	58.87
Y1	0.35	1.00	0.3500	2.88	1.17
Y2	0.35	1.45	0.5075	1.62	1.92
Y3	0.35	0.95	0.3325	2.58	1.07
Y4	0.35	2.10	0.7350	4.08	2.90
Y5	0.35	1.35	0.4725	3.18	1.39
Y6	0.30	0.85	0.2550		0.25
[Y7]	(0.30)	(0.50)	(pilastro)		30.15
Y8	0.35	5.30	1.8550	19.34	7.56
Y9	0.35	1.50	0.5250	2.22	3.12
Y10	0.35	2.25	0.7875	2.16	4.26
Totale Y			5.8200	38.06	53.79

Piano primo

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Analisi dei carichi

- <i>Peso proprio muratura</i>	1000 kg/mc
- <i>Solaio di piano in latero-cemento</i>	
peso proprio	250 kg/mq
sovraccarico permanente	250 kg/mq
sovraccarico accidentale	200 kg/mq
- <i>Copertura</i>	
peso proprio	250 kg/mq
sovraccarico permanente	250 kg/mq
sovraccarico accidentale (neve)	150 kg/mq
- <i>Balconi e scale</i>	
peso proprio	400 kg/mq
sovraccarico permanente	100 kg/mq
sovraccarico accidentale (neve)	400 kg/mq
- <i>Vento</i>	
in pressione	50 kg/mq
in depressione	25 kg/mq

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Per l'edificio è possibile procedere alla verifica semplificata (§ 4.5.6.4) in quanto:

- a) le pareti strutturali sono continue dalle fondazioni alla sommità;
- b) nessuna altezza interpiano è superiore a 3,5 m;
- c) l'edificio è costituito da due piani fuori terra in muratura portante realizzata con muratura ordinaria di elementi semipieni più un piano seminterrato in c.a.;
- d) la planimetria dell'edificio è inscritto in un rettangolo con rapporto tra lato minore e lato maggiore pari a:

$$\frac{11,25}{13,2} = 0,85 (> 0,33)$$

- e) la snellezza della muratura è compresa tra 7,7 e 9,0 per tutti gli elementi resistenti (< 12);
- f) il carico variabile per i solai è inferiore a 300 kg/mq;
- g) l'area della sezione di muratura resistente alle azioni orizzontali, espressa in percentuale rispetto alla superficie totale in pianta dell'edificio escluse le parti aggettanti, vale, nelle due direzioni principali:

$$A_x = \frac{100 \cdot 7,23}{141,45} = 5,11\% > 4\%$$

$$A_y = \frac{100 \cdot 5,82}{141,45} = 4,11\% > 4\%$$

[Riferimento alla Tabella 7.8.III così come specificato al § C 4.5.6.4 della Circ.Min. 02-02-2009 n° 617]

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

h) sulla base delle tabelle riportate in precedenza si ricava:

- area solaio di piano (X+Y):	37,90 + 40,98 + 23,72 + 38,85 = 141,45 mq
- area solaio di copertura (X+Y)	55,18 + 58,87 + 38,06 + 53,79 = 205,90 mq
- area balconi e scale (X+Y)	7,92 + 5,60 + 4,50 = 18,02 mq
- area murature portanti (X+Y)	7,23 + 5,82 = 13,05 mq

I carichi da considerare per la verifica sono dunque:

Piano terra

peso muratura+pilastro in c.a.:	(13,05 x 2,70 x 1000) + 1012,5	36247,5 kg
peso solai di piano	141,25 x (500 + 200)	99015,0 kg
peso balconi e scale	18,02 x (500 + 400)	16218,0 kg
<i>Totale piano terra</i>		<i>151480,5 kg</i>

Piano primo

peso muratura+pilastro in c.a.:	(13,05 x 2,70 x 1000) + 1012,5	36247,5 kg
peso solai copertura	205,90 x (500 + 150)	133835,0 kg
<i>Totale piano primo</i>		<i>170082,5 kg</i>

Peso complessivo alla base del piano terra **321563,0 kg**

La tensione di calcolo alla base dell'edificio risulta pari a:

$$\sigma = \frac{N}{0,65 \cdot A} = \frac{321563}{0,65 \cdot 13,05 \cdot 10000} = 3,79 \text{ kg/cmq} < f_k / \gamma_M = 50 / 4,2 = 11,9 \text{ kg/cmq}$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

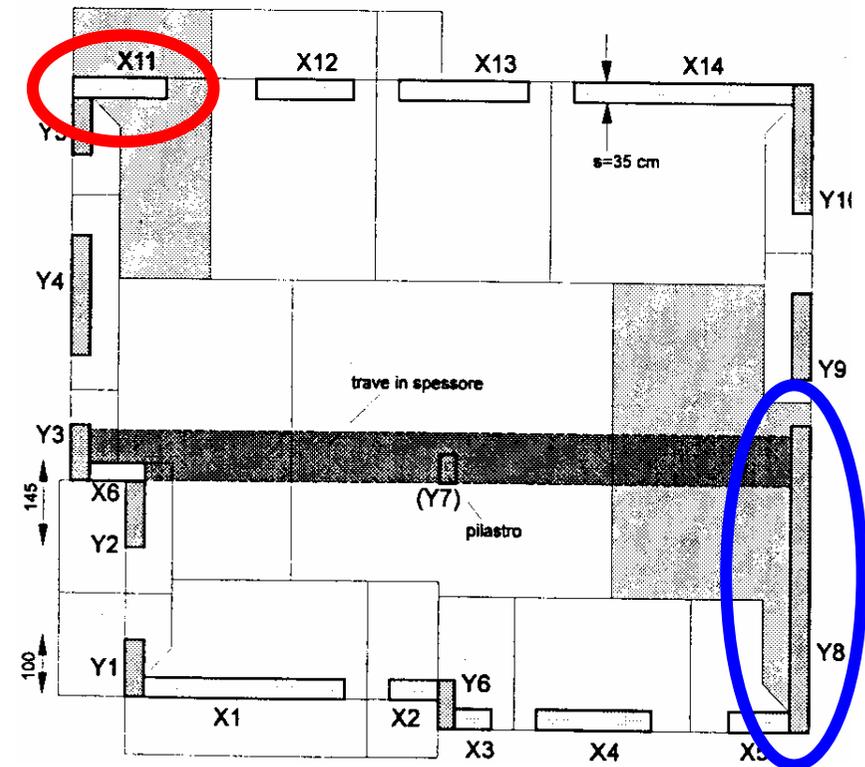
Nell'ipotesi che l'edificio non abbia caratteristiche tali da poter applicare il dimensionamento semplificato, è necessario svolgere la “**verifica estesa**”.

A titolo di esempio si riporta la procedura di verifica estesa applicata a due elementi murari resistenti dell'edificio appena analizzato:

- parete X11 parete perimetrale in direzione X
- parete Y8 parete perimetrale in direzione Y

Le azioni da considerare agenti sulle pareti sono rappresentate da:

- carichi permanenti
- sovraccarichi accidentale
- vento agente in direzione parallela a quella della parete
- vento agente in direzione normale al piano della parete



NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Azione del vento e ripartizione delle azioni orizzontali

L'azione del vento sarà ripartita tra gli elementi resistenti in proporzione alla loro rigidezza secondo le modalità illustrate in precedenza.

La collaborazione delle pareti disposte perpendicolarmente alla direzione del vento si considera trascurabile.

In tabella si riassumono i valori di rigidezza ed i corrispondenti coefficienti di ripartizione

Il valore delle forze orizzontali totali è pari a:

$$F_{vx} = 11,25 \cdot 6,00 \cdot (50 + 25) = 5062,5 \text{ kg}$$

$$F_{vy} = 13,20 \cdot 6,00 \cdot (50 + 25) = 5940,0 \text{ kg}$$

Parete	K_{xi} (N/m)	K_{yi} (N/m)	$(K_{xi}/\sum K_{xi})+C_T$ (%)	$(K_{yi}/\sum K_{yi})+C_T$ (%)
X1	557370016		32.866	
X2	31541694		1.860	
X3	18484298		1.098	
X4	133534895		7.930	
X5	590545579		3.507	
X6	41842105		2.336	
X11	89225825		4.481	
X12	96019014		4.822	
X13	185635790		9.322	
X14	632782358		31.778	
Totale X	1845490574		100.00	
Y1		21363092		2.329
Y2		59054579		6.437
Y3		1848298		2.095
Y4		150097900		17.014
Y5		48815789		5.533
Y6		11544215		0.979
[Y7]				
Y8		901736868		51.774
Y9		64571150		3.707
Y10		176464992		10.132
Totale Y		1452132883		100.00

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Verifica della parete X11

Si considera la combinazione agli Stati Limite Ultimi con il sovraccarico di civile abitazione come carico accidentale principale.

La verifica viene svolta per la parete al piano terra. Sulla base dei dati geometrici si ha:

- solaio di copertura (sx):	$3,72 \times (1,3 \times 500 + 1,05 \times 150)$	3003,9 kg
- solaio di copertura (dx):	$6,14 \times (1,3 \times 500 + 1,05 \times 150)$	4958,0 kg
- solaio di piano (dx):	$6,14 \times (1,3 \times 500 + 1,5 \times 200)$	5833,0 kg
- balcone (sx):	$3,00 \times (1,3 \times 500 + 1,5 \times 400)$	3750,0 kg
- peso proprio parete X11:	$(0,35 \times 1,70 \times 2,70) \times 1000 \times 1,3$	2088,5 kg

a) Determinazione delle sollecitazioni

Il carico verticale trasmesso dal muro sovrastante la parete in esame vale:

$$N_{\text{sup}} = 3003,9 + 4958 + 2088,5 = 9950,4 \text{ Kg}$$

I carichi trasmessi dal solaio all'appoggio, rispettivamente da sinistra e da destra, sono dati da:

$$N_{\text{ss}} = 3750 \text{ Kg}$$

$$N_{\text{sd}} = 5833 \text{ Kg}$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Ne consegue un carico totale verticale alla sommità della parete:

$$N_1 = N_{\text{sup}} + N_{\text{ss}} + N_{\text{sd}} = 19533,4 \text{ Kg}$$

Il carico totale verticale a metà altezza della parete vale:

$$N_2 = N_{\text{sup}} + N_{\text{ss}} + N_{\text{sd}} + (\text{Peso parete})/2 = 20577,65 \text{ Kg}$$

Il carico totale verticale alla base della parete vale:

$$N_3 = N_{\text{sup}} + N_{\text{ss}} + N_{\text{sd}} + (\text{Peso parete}) = 21621,9 \text{ Kg}$$

La parete X11 assorbe una forza orizzontale dovuta al vento pari a

$$F_{X11} = 0,9 \times 0,04481 \times 5062,5 = 204,2 \text{ Kg}$$

Un quarto di tale forza (51,05 kg) si trasmette sul solaio di copertura ed altrettanto al piede del fabbricato, mentre la metà (102,1 kg) si scarica sul solaio intermedio. La componente al piede del fabbricato si scarica direttamente sul piano seminterrato in c.a. e quindi sulle fondazioni e pertanto, ai fini dell'azione tagliante sulla parete X11, si avrà:

$$V_{X11} = 51,05 + 102,1 = 153,15 \text{ Kg}$$

Il momento flettente massimo $M_{b(X11)}$ dovuto alla forza orizzontale V_{X11} (si tratta di un momento agente nel piano della parete) si ha alla base della parete e vale:

$$M_{b(X11)} = 51,05 \times 6,00 + 102,1 \times 3,00 = 612,6 \text{ Kgm}$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



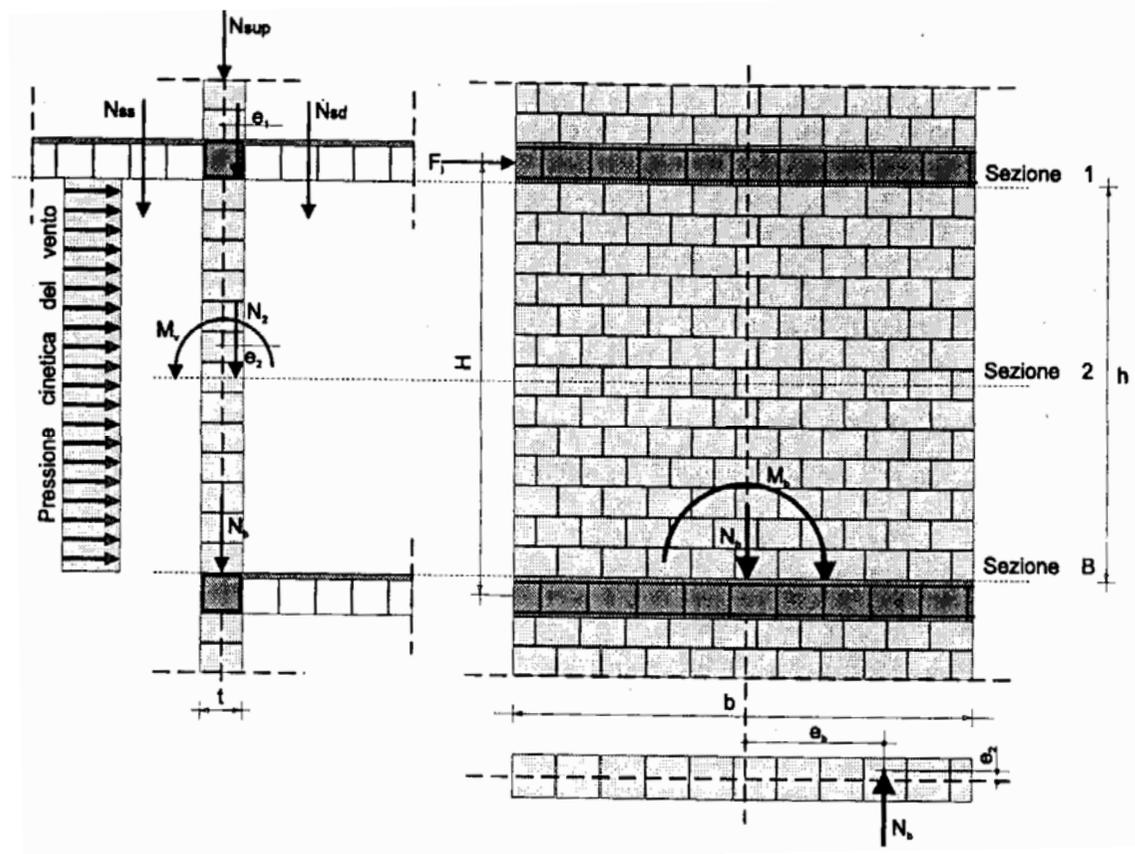
ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Per quanto riguarda la pressione cinetica del vento si considera la pressione del vento p_v su tutta la lunghezza della parete:

$$p_v = 0,9 \times 50 \times b = 76,5 \text{ kg/m}$$

Il momento flettente a metà altezza della parete dovuto a tale pressione risulta:

$$M_v = \frac{p_v \cdot h^2}{8} = 69,71 \text{ kgm}$$



NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

b) Calcolo delle eccentricità e dei coefficienti di riduzione della resistenza ϕ

L'eccentricità accidentale e_a vale:

$$e_a = \frac{h}{200} = \frac{270}{200} = 1,35 \text{ cm}$$

L'eccentricità e_v dovuta al vento verrà calcolata nella sezione a metà altezza della parete, dove è massimo il momento flettente dovuto al vento agente perpendicolarmente alla superficie della parete.

Risulta quindi:

$$e_v = \frac{M_v}{N_2} = 0,34 \text{ cm}$$

Per quanto riguarda la valutazione delle eccentricità strutturali, quella del carico N_{sup} trasmesso dal muro sovrastante la parete oggetto di verifica viene considerata nulla poiché gli assi dei due muri sono coincidenti.

L'eccentricità strutturale della reazione d'appoggio del solaio viene calcolata ipotizzando un valore pari a:

$$d_2 = \frac{t}{6} = 5,83 \text{ cm}$$

dove $t = 35 \text{ cm}$ è lo spessore del muro.

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Si ottiene pertanto:

$$e_{s1} = \frac{N_{\text{sup}} \cdot d_1}{N_{\text{sup}} + \sum N_2} = 0$$
$$e_{s2} = \frac{\sum N_s \cdot d_2}{N_{\text{sup}} + \sum N_s} = 0,62 \text{ cm}$$
$$e_s = e_{s1} + e_{s2} = 0,62 \text{ cm}$$

Le eccentricità convenzionali di calcolo risultano:

$$e_1 = e_s + e_a = 1,97 \text{ cm}$$
$$e_2 = \frac{e_1}{2} + e_v = 1,48 \text{ cm}$$

L'eccentricità di calcolo e_1 verrà considerata per lo svolgimento delle verifiche in sommità della parete, mentre l'eccentricità e_2 verrà considerata per le verifiche in mezzera della parete

La snellezza λ del muro vale:

$$\lambda = \frac{h}{t} = 7,7$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

I coefficienti di eccentricità valgono:

$$m_1 = \frac{6e_1}{t} = 0,338 \quad m_2 = \frac{6e_2}{t} = 0,254$$

da cui:

$$\Phi_1 = 0,738 \quad \Phi_2 = \Phi_t = 0,782$$

L'eccentricità longitudinale e_b dovuta all'azione del vento parallela alla parete vale:

$$e_b = \frac{M_b}{N_3} = \frac{612,6 \cdot 100}{21621,9} = 2,83 \text{ cm}$$

da cui si ricava (si assume $\lambda = 0$):

$$m_b = \frac{6e_b}{t} = 0,10$$

$$\Phi_b = 0,95$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

c) Verifica a compressione

La tensione di calcolo all'estremità superiore della parete vale:

$$\sigma = \frac{N_1}{\Phi_1 A} = 4,45 \text{ kg/cm}^2 < f_d$$

La tensione di calcolo nella sezione a metà altezza della parete vale:

$$\sigma = \frac{N_2}{\Phi_2 A} = 4,42 \text{ kg/cm}^2 < f_d$$

d) Verifica a pressoflessione

La tensione di calcolo alla base della parete vale:

$$\sigma = \frac{N_1}{\Phi_t \cdot \Phi_b \cdot A} = 4,42 \text{ kg/cm}^2 < f_d$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

e) Verifica a taglio

La verifica a taglio viene effettuata nella sezione di sommità della parete dove agisce la forza orizzontale massima ($V_{x11}=153,15 \text{ kg}$) ed è minore la forza verticale di compressione che contribuisce alla resistenza a taglio della muratura.

La tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica vale:

$$\sigma_n = \frac{N_1}{A} = 3,28 \text{ kg/cm}^2$$

La resistenza caratteristica a taglio della muratura è dunque:

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4\sigma_n = 3,30 \text{ kg/cm}^2$$

La tensione tangenziale di calcolo risulta:

$$\tau = \frac{V_{x11}}{A} = 0,026 \text{ kg/cm}^2 < f_{vd} = \frac{f_{vk}}{3} = 1,1 \text{ kg/cm}^2$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Verifica della parete Y08

La verifica viene svolta per la parete al piano terra. Sulla base dei dati geometrici si ha:

- solaio di copertura (sx):	$19,34 \times (1,3 \times 500 + 1,05 \times 150)$	15617,05 kg
- solaio di copertura (dx):	$7,56 \times (1,3 \times 500 + 1,05 \times 150)$	6104,7 kg
- solaio di piano (sx):	$19,34 \times (1,3 \times 500 + 1,5 \times 200)$	18373,0 kg
- peso proprio parete Y08:	$(0,35 \times 5,30 \times 2,70) \times 1000 \times 1,3$	6511,05 kg

a) Individuazione delle sollecitazioni esterne

Il carico verticale trasmesso dal muro sovrastante la parete in esame vale:

$$N_{\text{sup}} = 15617,05 + 6104,7 + 6511,05 = 28232,8 \text{ Kg}$$

I carichi trasmessi dal solaio all'appoggio, rispettivamente da sinistra e da destra, sono dati da:

$$N_{\text{ss}} = 18373 \text{ Kg}$$

$$N_{\text{sd}} = 0 \text{ Kg}$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Ne consegue un carico totale verticale alla sommità della parete:

$$N_1 = N_{\text{sup}} + N_{\text{ss}} + N_{\text{sd}} = 46605,8 \text{ Kg}$$

Il carico totale verticale a metà altezza della parete vale:

$$N_2 = N_{\text{sup}} + N_{\text{ss}} + N_{\text{sd}} + (\text{Peso parete})/2 = 49861,4 \text{ Kg}$$

Il carico totale verticale alla base della parete vale:

$$N_3 = N_{\text{sup}} + N_{\text{ss}} + N_{\text{sd}} + (\text{Peso parete}) = 53116,85 \text{ Kg}$$

La parete Y08 assorbe una forza orizzontale dovuta al vento pari a

$$F_{Y08} = 0,9 \times 0,51774 \times 5940 = 2767,86 \text{ Kg}$$

Un quarto di tale forza (692 kg) si trasmette sul solaio di copertura ed altrettanto al piede del fabbricato, mentre la metà (1384 kg) si scarica sul solaio intermedio. La componente al piede del fabbricato si scarica direttamente sul piano seminterrato in c.a. e quindi sulle fondazioni e pertanto, ai fini dell'azione tagliante sulla parete Y08, si avrà:

$$V_{Y08} = 692 + 1384 = 2076 \text{ Kg}$$

Il momento flettente massimo $M_{b(Y08)}$ dovuto alla forza orizzontale V_{Y08} (si tratta di un momento agente nel piano della parete) si ha alla base della parete e vale:

$$M_{b(Y08)} = 692 \times 6,00 + 1384 \times 3,00 = 8304 \text{ Kgm}$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



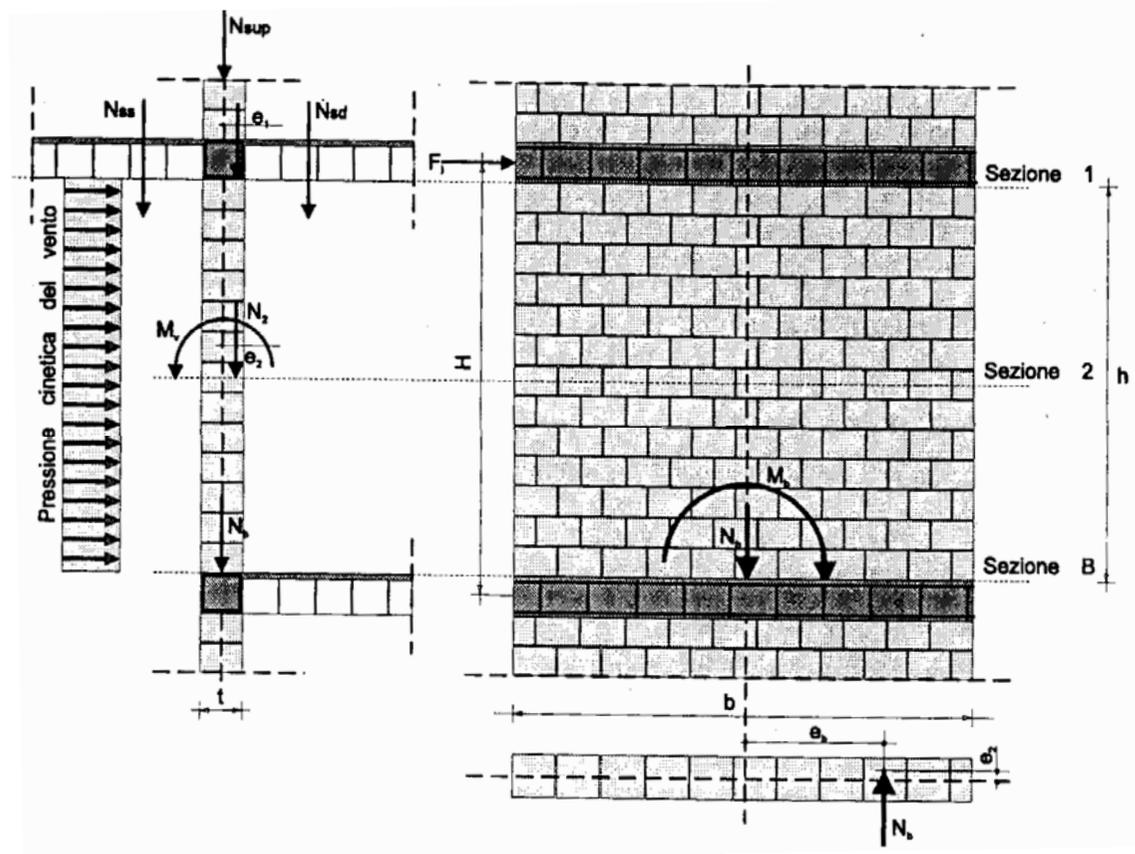
ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Per quanto riguarda la pressione cinetica del vento si considera la pressione del vento p_v su tutta la lunghezza della parete:

$$p_v = 0,9 \times 50 \times b = 238,5 \text{ kg/m}$$

Il momento flettente a metà altezza della parete dovuto a tale pressione risulta:

$$M_v = \frac{p_v \cdot h^2}{8} = 217,3 \text{ kgm}$$



NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

b) Calcolo delle eccentricità e dei coefficienti di riduzione della resistenza ϕ

L'eccentricità accidentale e_a vale:

$$e_a = \frac{h}{200} = \frac{270}{200} = 1,35 \text{ cm}$$

L'eccentricità e_v dovuta al vento verrà calcolata nella sezione a metà altezza della parete, dove è massimo il momento flettente dovuto al vento agente perpendicolarmente alla superficie della parete.

Risulta quindi:

$$e_v = \frac{M_v}{N_2} = 0,436 \text{ cm}$$

Per quanto riguarda la valutazione delle eccentricità strutturali, quella d_1 del carico N_{sup} trasmesso dal muro sovrastante la parete oggetto di verifica viene considerata nulla poiché gli assi dei due muri sono coincidenti.

L'eccentricità strutturale della reazione d'appoggio del solaio viene calcolata ipotizzando un valore pari a:

$$d_2 = \frac{t}{6} = 5,83 \text{ cm}$$

dove t è lo spessore del muro.

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

Si ottiene pertanto:

$$e_{s1} = \frac{N_{\text{sup}} \cdot d_1}{N_{\text{sup}} + \sum N_2} = 0$$
$$e_{s2} = \frac{\sum N_s \cdot d_2}{N_{\text{sup}} + \sum N_s} = 2,30 \text{ cm}$$
$$e_s = e_{s1} + e_{s2} = 2,30 \text{ cm}$$

Le eccentricità convenzionali di calcolo risultano:

$$e_1 = e_s + e_a = 3,65 \text{ cm}$$
$$e_2 = \frac{e_1}{2} + e_v = 2,26 \text{ cm}$$

L'eccentricità di calcolo e_1 verrà considerata per lo svolgimento delle verifiche in sommità della parete, mentre l'eccentricità e_2 verrà considerata per le verifiche in mezzera della parete

La snellezza λ del muro vale:

$$\lambda = \frac{h}{t} = 7,7$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

I coefficienti di eccentricità valgono:

$$m_1 = \frac{6e_1}{t} = 0,626 \qquad m_2 = \frac{6e_2}{t} = 0,387$$

da cui:

$$\Phi_1 = 0,621 \qquad \Phi_2 = \Phi_t = 0,711$$

L'eccentricità longitudinale e_b dovuta all'azione del vento parallela alla parete vale:

$$e_b = \frac{M_b}{N_3} = \frac{8304 \cdot 100}{53116,85} = 15,63 \text{ cm}$$

da cui si ricava:

$$m_b = \frac{6e_b}{t} = 0,177$$

$$\Phi_b = 0,92$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

c) Verifica a compressione

La tensione di calcolo all'estremità superiore della parete vale:

$$\sigma = \frac{N_1}{\Phi_1 A} = 4,05 \text{ kg/cm}^2 < f_d$$

La tensione di calcolo nella sezione a metà altezza della parete vale:

$$\sigma = \frac{N_2}{\Phi_2 A} = 3,78 \text{ kg/cm}^2 < f_d$$

d) Verifica a pressoflessione

La tensione di calcolo alla base della parete vale:

$$\sigma = \frac{N_1}{\Phi_t \cdot \Phi_b \cdot A} = 3,84 \text{ kg/cm}^2 < f_d$$

NTC 2008 – Strutture in muratura



ESEMPIO DI CALCOLO - 1

e) Verifica a taglio

La verifica a taglio viene effettuata nella sezione di sommità della parete dove agisce la forza orizzontale massima ($V_{Y08}=2076$ kg) ed è minore la forza verticale di compressione che contribuisce alla resistenza a taglio della muratura.

La tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica vale:

$$\sigma_n = \frac{N_1}{A} = 2,51 \text{ kg/cm}^2$$

La resistenza caratteristica a taglio della muratura è dunque:

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0,4\sigma_n = 3,00 \text{ kg/cm}^2$$

La tensione tangenziale di calcolo risulta:

$$\tau = \frac{V_{Y08}}{A} = 0,112 \text{ kg/cm}^2 < \tau = \frac{f_{vk}}{3} = 1,00 \text{ kg/cm}^2$$