



# Città di Enna

AREA 2 - TECNICA E DI PROGRAMMAZIONE URBANISTICA

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E RIFUNZIONALIZZAZIONE DI UN PADIGLIONE, DELL'EX OSPEDALE  
UMBERTO I, A CENTRO ASSISTENZA PER DONNE VITTIME DI VIOLENZA.

NR:

12

RELAZIONE DI CALCOLO ARCHITRAVI N1 E N2

SCALA:

PROGETTISTA:

Arch.  
Roberta Russo

RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO:

Ing. Salvatore Reitano

INGEGNERE CAPO:

Ing. /Arch.  
Venerando Russo

IL SINDACO:

Avv.  
Maurizio Dipietro



## ARCHITRAVE N1

### TIPO DI CALCOLO EFFETTUATO

Per le architravi, il calcolo delle sollecitazioni avviene secondo diverse modalità:

1. Ammorsamento efficace;
2. Ammorsamento non efficace.

Nel primo caso viene considerato all'incastro la frazione di momento di incastro perfetto in funzione della lunghezza dell'appoggio presente. Nel secondo caso lo schema di calcolo è appoggio-appoggio.

La verifica di resistenza è stata effettuata nei riguardi della resistenza a flessione e a taglio secondo il metodo degli stati limite. Per le architravi in acciaio e legno viene effettuata anche la verifica a deformabilità.

Gli appoggi dell'architrave, se presenti nella tipologia, verranno verificati nei riguardi della pressoflessione agente sulla superficie di contatto.

### NORMATIVA RISPETTATA

Le verifiche degli elementi strutturali sono state effettuate nel rispetto delle seguenti normative:

- D.M. 17/1/2018:  
Norme tecniche per le costruzioni
- Circ. CSLLPP 7 21/1/2019:  
Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### PROCEDURE DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI.

#### Elementi in Muratura.

Le verifiche relative agli elementi strutturali in muratura possono essere riassunte nei seguenti tipi:

- Pressoflessione nel piano;
- Taglio per scorrimento;
- Taglio diagonale;

#### Pressoflessione e Taglio nel piano dei maschi murari.

La resistenza degli elementi murari è data dalla resistenza a pressoflessione e taglio nel piano, in accordo con i punti 7.8.2.2.1 e 7.8.2.2.2 del DM 17/01/2018.

Un elemento murario raggiunge lo stato di crisi quando si raggiunge la resistenza ultima a pressoflessione o a taglio.

$M_u = l^2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2 \cdot (1 - \sigma_0 / 0.85 \cdot f_d)$  : momento corrispondente al collasso per pressoflessione;

Dove:

$l$  : lunghezza complessiva della parete;

$t$  : spessore della parete;

$\sigma_0 = P / l \cdot t$  : tensione normale media agente su tutta la sezione con forza assiale positiva di compressione;

$f_d$  : resistenza di calcolo della muratura.

Se  $P$  è di trazione  $M_u = 0$

La resistenza a taglio associato al meccanismo di rottura a flessione si ottiene dalla relazione seguente:

$$V_p = 2 \cdot M_u / h$$

dove:

$h$  è l'altezza di calcolo del maschio murario.

### Taglio per scorrimento.

$V_t = (l' \cdot t \cdot f_{vk}) / \gamma_m$  : taglio resistente del pannello murario;  
 $l'$  : lunghezza della parte di parete compressa;  
 $t$  : spessore della parete;  
 $f_{vk}$  :  $f_{vk0} + 0.40 \cdot \sigma_N$   
 $\sigma_N = P / (l' \cdot t)$  : tensione normale media sulla parte compressa.

### Taglio diagonale.

$$V_{t_{diag}} = (l \cdot t \cdot 1.5 \cdot \tau_0 / b) \cdot (1 + \sigma_0 / (1.5 \cdot \tau_0))^{(0.5)}$$

$b$  :  $\min(1.5; h / l)$ ;

La resistenza a taglio è assunta pari al valore minimo tra  $V_t$ ,  $V_{t_{diag}}$ ,  $V_p$ .

Lo spostamento ultimo del pannello è pari a  $0.008 \cdot h$  per meccanismo di rottura a flessione e  $0.004 \cdot h$  per meccanismo di rottura a taglio.

### Elementi in Acciaio.

#### VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche in campo elastico vengono effettuate in modo che in nessun punto della sezione venga superato il valore della resistenza di calcolo.

La formula utilizzata è:

$$\sigma_{id} \leq f_d$$

Dove:  $f_d = f_y / \gamma_m$

$$\sigma_{id}(x,y) = \sqrt{(\sigma(x,y) + 3 \cdot \tau^2(x,y))}$$

$f_d$  : è il valore della tensione di progetto;  
 $f_y$  : è il valore di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_m$  : è il coefficiente di riduzione che dipende dalla normativa di riferimento;  
 $\sigma_{id}(x,y)$  : è la tensione ideale nel punto di coordinate  $x$  ed  $y$  della sezione;  
 $\tau(x,y)$  : è la tensione tangenziale nel punto di coordinate  $x$  ed  $y$  della sezione;  
 $\sigma(x,y)$  : è la tensione normale nel punto di coordinate  $x$  ed  $y$  della sezione;

inoltre,

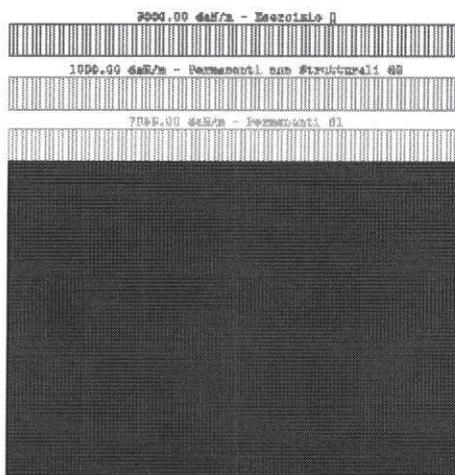
$$\sigma(x,y) = N / A + ((M_x \cdot J_y + M_y \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot y - ((M_y \cdot J_x + M_x \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot x$$

$$\tau(x,y) = V / A_T$$

Dove, rispetto al sistema di riferimento baricentrico utilizzato:

$x, y$  : Sono rispettivamente l'ascissa e l'ordinata di un punto generico della sezione;  
 $N, M_x, M_y$  : Sono le azioni esterne capaci di generare tensioni normali sulla sezione;  
 $V$  : Sono le azioni esterne capaci di generare tensioni tangenziali sulla sezione;  
 $J_x, J_y, J_{xy}$  : Sono i vari momenti d'inerzia;  
 $A_T$  : è l'area resistente al taglio della sezione;

## DATI INPUT STATO ATTUALE



## DATI GENERALI

### CARICHI VERTICALI

I carichi agenti sono stati calcolati secondo i seguenti dati:

Parete	DATI PARETE				DATI FORI			DATI SOLAIO				DATI CORDOLO	
	Altezza [cm]	Peso specifico [daN/m <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Spessore intonaco [cm]	Numero foro	Base [cm]	Altezza [cm]	Larg. zona influenza [cm]	Peso solaio [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso carichi non strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso carichi d'esercizio [daN/m <sup>2</sup> ]	Base [cm]	Altezza [cm]
Riferimento	-	-	-	-	-	-	-	500.00	270.00	100.00	300.00	60.00	30.00
Piano Rif. + 1	370.00	1800.00	60.00	0.00	1	100.00	250.00	500.00	270.00	100.00	300.00	60.00	30.00

#### *Carico N. 1*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi strutturali (G1) - Coeff. comb. 1.30

Carico ripartito in testa alla parete: 7056.00 daN/m

#### *Carico N. 2*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi non strutturali (G2) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 1000.00 daN/m

#### *Carico N. 3*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi d'esercizio (Q) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 3000.00 daN/m

## COMBINAZIONI DI CARICO

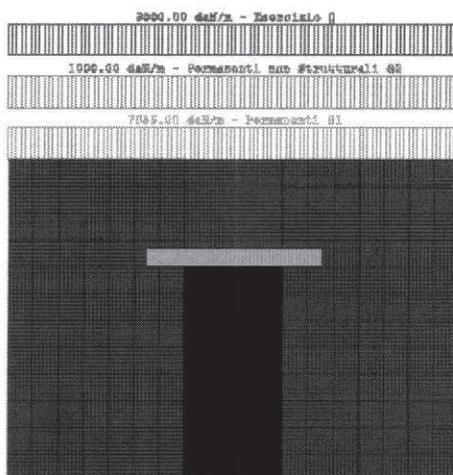
Le sollecitazioni vengono calcolate secondo le combinazioni di carico del punto 2.5.3, differenziando le situazione sismiche da quelle non sismiche. Ai fini delle verifiche verranno considerati valori di inviluppo delle varie combinazioni.

## GEOMETRIA E MATERIALI PARETE

t	: spessore della parete;
Lp	: larghezza della parete;
Hp	: altezza della parete;
Emur	: modulo elastico longitudinale della muratura;
Gmur	: modulo elastico trasversale della muratura;
fbk	: resistenza caratteristica del blocco;
fbk or	: resistenza caratteristica in direzione orizzontale del blocco;
fk	: resistenza caratteristica della muratura;
fvk0	: resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;
P.spec	: peso per unità di volume della muratura;

t [cm]	Lp [cm]	Hp [cm]	Emur [daN/cm <sup>2</sup> ]	Gmur [daN/cm <sup>2</sup> ]	fbk [daN/cm <sup>2</sup> ]	fbk or [daN/cm <sup>2</sup> ]	fk [daN/cm <sup>2</sup> ]	fvk0 [daN/cm <sup>2</sup> ]	P.spec [daN/m <sup>3</sup> ]
60	460	330	10800	3600	150.00	15.00	14.00	0.28	1600

## DATI INPUT STATO DI PROGETTO



### DATI GENERALI

#### CARICHI VERTICALI

I carichi agenti sono stati calcolati secondo i seguenti dati:

Parete	DATI PARETE				DATI FORI			DATI SOLAIO				DATI CORDOLO	
	Altezza [cm]	Peso specifico [daN/m <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Spessore intonaco [cm]	Numero foro	Base [cm]	Altezza [cm]	Larg. zona influenza [cm]	Peso solaio [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso carichi non strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso carichi d'esercizio [daN/m <sup>2</sup> ]	Base [cm]	Altezza [cm]
Riferimento	-	-	-	-	-	-	-	500.00	270.00	100.00	300.00	60.00	30.00
Piano Rif. + 1	370.00	1800.00	60.00	0.00	1	100.00	250.00	500.00	270.00	100.00	300.00	60.00	30.00

#### *Carico N. 1*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi strutturali (G1) - Coeff. comb. 1.30

Carico ripartito in testa alla parete: 7056.00 daN/m

#### *Carico N. 2*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi non strutturali (G2) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 1000.00 daN/m

#### *Carico N. 3*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi d'esercizio (Q) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 3000.00 daN/m

### COMBINAZIONI DI CARICO

Le sollecitazioni vengono calcolate secondo le combinazioni di carico del punto 2.5.3, differenziando le situazioni sismiche da quelle non sismiche. Ai fini delle verifiche verranno considerati valori di inviluppo delle varie combinazioni.

### GEOMETRIA E MATERIALI PARETE

t : spessore della parete;  
Lp : larghezza della parete;  
Hp : altezza della parete;  
Emur : valore medio del modulo di elasticità normale della muratura;  
Gmur : valore medio del modulo di elasticità tangenziale della muratura;  
fm : resistenza media a compressione della muratura;  
 $\tau_0$  : resistenza media a taglio della muratura;  
P.spec : peso per unità di volume medio della muratura;  
Ccor : coefficiente correttivo dei parametri meccanici (Tab.C8.5.I Circ.7/2019);

t [cm]	Lp [cm]	Hp [cm]	Emur [daN/cm <sup>2</sup> ]	Gmur [daN/cm <sup>2</sup> ]	fm [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_0$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	P.spec [daN/m <sup>3</sup> ]	Ccor
60	460	330	10800	3600	14.00	0.28	1600.0	1.0

Il fattore di confidenza considerato è pari a **1.35**

### GEOMETRIA FORI

n : numero del foro;  
L : larghezza del foro;  
H : altezza del foro;  
Dfx : altezza del foro;  
Dfy : altezza del foro;  
A : valore dell'appoggio dell'architrave sulla muratura;  
Amm. eff. : ammorsamento efficace dell'architrave alla muratura;  
Mat. Riemp. : numero del materiale di riempimento del foro;

n	L [cm]	H [cm]	Dfx [cm]	Dfy [cm]	A [cm]	Amm. eff.	Mat. Riemp.
1	100	220	180	0	40	SI	-

### INTERVENTI SUI MASCHI MURARI

N Maschio	Tipo consolidamento	Coeff. correttivo
1	Intonaco armato	1.70
2	Intonaco armato	1.70

Dati architravi in acciaio:

n : numero del foro;  
B : base della sezione dell'architrave;  
H : altezza della sezione dell'architrave;  
N.prof : numero di profilati;

Tipo prof : tipo di profilato;  
 E : modulo elastico dell'acciaio;  
 ni : coefficiente di Poisson dell'acciaio;  
 fy : resistenza a snervamento dell'acciaio;  
 fd : resistenza di calcolo dell'acciaio;  
 fu : resistenza a rottura dell'acciaio;  
 P.spec : peso per unità di volume dell'acciaio.

n	B [cm]	H [cm]	N.prof	Tipo Prof.	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	ni	fy [daN/cm <sup>2</sup> ]	fd [daN/cm <sup>2</sup> ]	fu [daN/cm <sup>2</sup> ]	P.spec [daN/m <sup>3</sup> ]
1	60	18	3	IPE180	2100000	0.30	2350	2043	3600	7850

## RISULTATI DELLE VERIFICHE

### Verifiche di resistenza e deformabilità architrave in acciaio:

n : numero dell'architrave;  
 Md(m) : Momento di calcolo in mezzeria;  
 Md(i) : Momento di calcolo all'incastro;  
 Td(i) : Taglio di calcolo all'incastro;  
 f(m) : freccia di calcolo in mezzeria;  
 Tens.id. : tensione ideale di calcolo (calcolato secondo il 4.2.4.1.2 del D.M. 17/01/2018);  
 fsd : resistenza di calcolo;  
 sR : coefficiente di sicurezza nei riguardi della resistenza;  
 flim : valore limite della freccia;  
 sD : coefficiente di sicurezza a deformabilità.

n	Md(m) [daNcm]	Md(i) [daNcm]	Td(i) [daN]	f(m) [mm]	Tens.id [daN/cm <sup>2</sup> ]	fsd [daN/cm <sup>2</sup> ]	sR	flim [mm]	sD
1	5404	-3603	471	-0.007	29.64	2238.10	75.50	4.000	557.34

### Verifiche di resistenza dell'appoggio dell'architrave:

n : numero dell'architrave;  
 Tipo : tipo di architrave;  
 Md : Momento di calcolo sull'appoggio;  
 Nd : Sforzo Normale di calcolo sull'appoggio;  
 Mr : Momento resistente dell'appoggio;  
 Nr : Sforzo Normale resistente dell'appoggio;  
 s : coefficiente di sicurezza dell'appoggio.

Per il tipo "Acciaio" i valori resistenti sono relativi al singolo profilato.

n	Tipo	Md [daNcm]	Nd [daN]	Mr [daNcm]	Nr [daN]	s
1	Acciaio	1201	157	3100	15288	2.58

### Verifiche di rigidezza-spostamento equivalente "stato di progetto"/"stato attuale" - Metodo non lineare:

Il modello di calcolo utilizzato tiene conto delle zone rigide tra maschi e fasce orizzontali secondo le indicazioni contenute in "Schematizzazione e modellazione per azioni nel piano delle pareti" (Dolce M., 1989), in base al quale l'altezza efficace del pannello viene calcolato in funzione delle zone diffusive a 30°.

L'altezza efficace viene calcolata come:

$$H_{eff} = h' + (1/3) D (H_p - h') / h'$$

Dove:

h' : altezza calcolata dalle zone diffusive;

D : larghezza del maschio murario;

H<sub>p</sub> : altezza parete.

Nel calcolo in esame le altezze efficaci sono le seguenti:

STATO ATTUALE	
Maschio	Heff [cm]
1	330.00

STATO DI PROGETTO	
Maschio	Heff [cm]
1	284.77
2	284.77

Il metodo di verifica viene applicato considerando le curve bilineari create per ogni pannello considerando taglio resistente massimo, rigidezza e duttilità. Le curve risultanti vengono confrontate nei riguardi dello stato di progetto e quello attuale. L'intervento di realizzazione delle cerchiature è riuscito se:

- 1) Lo spostamento ultimo della parete nello stato di progetto è maggiore o uguale a quello attuale;
- 2) Il taglio ultimo massimo della parete nello stato di progetto è maggiore o uguale a quello attuale;
- 3) Il taglio ultimo della parete nello stato di progetto è maggiore o uguale a quello attuale per ogni spostamento;
- 4) La rigidezza dei traversi è maggiore o uguale a quella delle colonne.

sdu : rapporto spostamento ultimo Prog/attuale (verificato se >=1).  
 sVu : rapporto taglio ultimo massimo Prog/attuale (verificato se >=1).  
 sCo : rapporto minimo taglio ultimo Prog/attuale calcolato controllando tutto lo sviluppo della curva (verificato se >=1).  
 sRT : rapporto minimo rigidezza traversi-colonne (verificato se >=1).

sdu	sVu	sCo	sRT
1.92	1.33	1.04	3.39999995214 436425E38

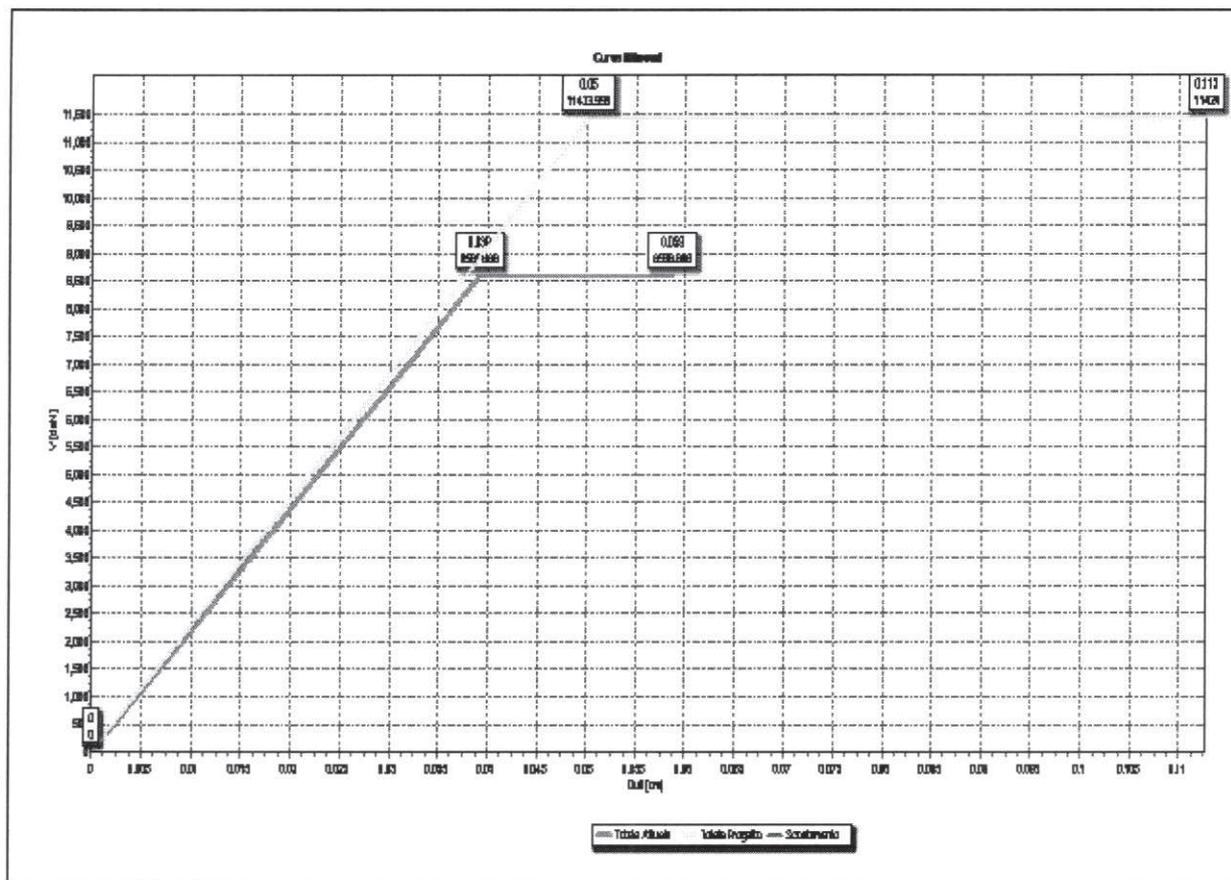
La rigidezza elastica dello "stato attuale" è pari a 219525.98 daN/cm.

La rigidezza elastica dello "stato di progetto" è pari a 228195.56 daN/cm.

La differenza di rigidezza è pari al 3.95 %.

Il valore minimo di sCo è relativo al punto con spostamento pari a 0.038 cm. In tale punto il valore del taglio allo stato di progetto è pari a 8702.63 daN, mentre quello dello stato attuale è pari a 8372.00daN.

Relativamente al valore di sRT minimo, la rigidezza del traverso è pari a 0.00 KNm/rad, la rigidezza della colonna è pari a 0.00 KNm/rad.



### Tabelle Curve Stato Attuale

Valori Curva Totale Stato Attuale		
Punto	D [cm]	V [daN]
1	0.000	0.000
2	0.039	8586.666
3	0.059	8586.666

Valori Curve Maschi - Stato Attuale						
Maschi	D <sub>1</sub> [cm]	V <sub>1</sub> [daN]	D <sub>2</sub> [cm]	V <sub>2</sub> [daN]	D <sub>3</sub> [cm]	V <sub>3</sub> [daN]
Maschio 1	0.000	0.000	0.039	8586.666	0.059	8586.666

### Tabelle Curve Stato di Progetto

Valori Curva Totale Stato di Progetto		
Punto	D [cm]	V [daN]
1	0.000	0.000
2	0.050	11423.999
3	0.113	11424.000

Valori Curve Maschi - Stato di Progetto						
Maschi	D <sub>1</sub> [cm]	V <sub>1</sub> [daN]	D <sub>2</sub> [cm]	V <sub>2</sub> [daN]	D <sub>3</sub> [cm]	V <sub>3</sub> [daN]
Maschio 1	0.000	0.000	0.050	5712.000	0.113	5712.000
Maschio 2	0.000	0.000	0.050	5712.000	0.113	5712.000

## ARCHITRAVE N2

### TIPO DI CALCOLO EFFETTUATO

Per le architravi, il calcolo delle sollecitazioni avviene secondo diverse modalità:

1. Ammorsamento efficace;
2. Ammorsamento non efficace.

Nel primo caso viene considerato all'incastro la frazione di momento di incastro perfetto in funzione della lunghezza dell'appoggio presente. Nel secondo caso lo schema di calcolo è appoggio-appoggio.

La verifica di resistenza è stata effettuata nei riguardi della resistenza a flessione e a taglio secondo il metodo degli stati limite. Per le architravi in acciaio e legno viene effettuata anche la verifica a deformabilità.

Gli appoggi dell'architrave, se presenti nella tipologia, verranno verificati nei riguardi della pressoflessione agente sulla superficie di contatto.

### NORMATIVA RISPETTATA

Le verifiche degli elementi strutturali sono state effettuate nel rispetto delle seguenti normative:

- D.M. 17/1/2018:  
Norme tecniche per le costruzioni
- Circ. CSLLPP 7 21/1/2019:  
Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### PROCEDURE DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI.

#### Elementi in Muratura.

Le verifiche relative agli elementi strutturali in muratura possono essere riassunte nei seguenti tipi:

- Pressoflessione nel piano;
- Taglio per scorrimento;
- Taglio diagonale;

#### Pressoflessione e Taglio nel piano dei maschi murari.

La resistenza degli elementi murari è data dalla resistenza a pressoflessione e taglio nel piano, in accordo con i punti 7.8.2.2.1 e 7.8.2.2.2 del DM 17/01/2018.

Un elemento murario raggiunge lo stato di crisi quando si raggiunge la resistenza ultima a pressoflessione o a taglio.

$M_u = l^2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2 \cdot (1 - \sigma_0 / 0.85 \cdot f_d)$  : momento corrispondente al collasso per pressoflessione;

Dove:

$l$  : lunghezza complessiva della parete;

$t$  : spessore della parete;

$\sigma_0 = P / l \cdot t$  : tensione normale media agente su tutta la sezione con forza assiale positiva di compressione;

$f_d$  : resistenza di calcolo della muratura.

Se  $P$  è di trazione  $M_u = 0$

La resistenza a taglio associato al meccanismo di rottura a flessione si ottiene dalla relazione seguente:

$$V_p = 2 \cdot M_u / h$$

dove:

$h$  è l'altezza di calcolo del maschio murario.

### Taglio per scorrimento.

$V_t = (l' \cdot t \cdot f_{vk}) / \gamma_m$  : taglio resistente del pannello murario;  
 $l'$  : lunghezza della parte di parete compressa;  
 $t$  : spessore della parete;  
 $f_{vk} = f_{vk0} + 0.40 \cdot \sigma_N$   
 $\sigma_N = P / (l' \cdot t)$  : tensione normale media sulla parte compressa.

### Taglio diagonale.

$$V_{t_{diag}} = (l \cdot t \cdot 1.5 \cdot \tau_0 / b) \cdot (1 + \sigma_0 / (1.5 \cdot \tau_0))^{(0.5)}$$

$b : \min(1.5; h / l);$

La resistenza a taglio è assunta pari al valore minimo tra  $V_t$ ,  $V_{t_{diag}}$ ,  $V_p$ .

Lo spostamento ultimo del pannello è pari a  $0.008 \cdot h$  per meccanismo di rottura a flessione e  $0.004 \cdot h$  per meccanismo di rottura a taglio.

### Elementi in Acciaio.

#### VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche in campo elastico vengono effettuate in modo che in nessun punto della sezione venga superato il valore della resistenza di calcolo.

La formula utilizzata è:

$$\sigma_{id} \leq f_d$$

Dove:  $f_d = f_y / \gamma_m$

$$\sigma_{id}(x,y) = \sqrt{(\sigma(x,y) + 3 \cdot \tau^2(x,y))}$$

$f_d$  : è il valore della tensione di progetto;  
 $f_y$  : è il valore di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_m$  : è il coefficiente di riduzione che dipende dalla normativa di riferimento;  
 $\sigma_{id}(x,y)$  : è la tensione ideale nel punto di coordinate x ed y della sezione;  
 $\tau(x,y)$  : è la tensione tangenziale nel punto di coordinate x ed y della sezione;  
 $\sigma(x,y)$  : è la tensione normale nel punto di coordinate x ed y della sezione;

inoltre,

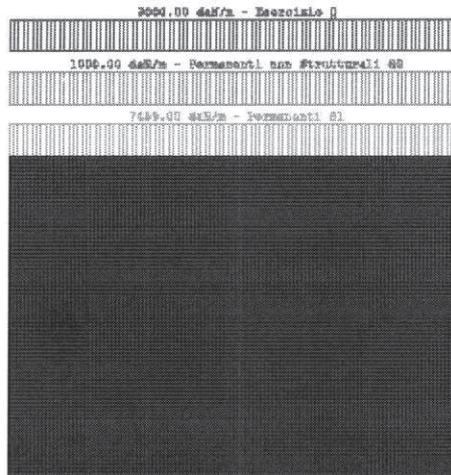
$$\sigma(x,y) = N / A + ((M_x \cdot J_y + M_y \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot y - ((M_y \cdot J_x + M_x \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot x$$

$$\tau(x,y) = V / A_T$$

Dove, rispetto al sistema di riferimento baricentrico utilizzato:

$x, y$  : Sono rispettivamente l'ascissa e l'ordinata di un punto generico della sezione;  
 $N, M_x, M_y$  : Sono le azioni esterne capaci di generare tensioni normali sulla sezione;  
 $V$  : Sono le azioni esterne capaci di generare tensioni tangenziali sulla sezione;  
 $J_x, J_y, J_{xy}$  : Sono i vari momenti d'inerzia;  
 $A_T$  : è l'area resistente al taglio della sezione;

## DATI INPUT STATO ATTUALE



### DATI GENERALI

#### CARICHI VERTICALI

I carichi agenti sono stati calcolati secondo i seguenti dati:

Parete	DATI PARETE				DATI FORI			DATI SOLAIO				DATI CORDOLO	
	Altezza [cm]	Peso specifico [daN/m <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Spessore intonaco [cm]	Numero foro	Base [cm]	Altezza [cm]	Larg. zona influenzata [cm]	Peso solaio [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso carichi non strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso carichi d'esercizio [daN/m <sup>2</sup> ]	Base [cm]	Altezza [cm]
Riferimento	-	-	-	-	-	-	-	500.00	270.00	100.00	300.00	120.00	30.00
Piano Rif. + 1	370.00	1800.00	60.00	0.00	1	100.00	250.00	500.00	270.00	100.00	300.00	60.00	30.00

#### *Carico N. 1*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi strutturali (G1) - Coeff. comb. 1.30

Carico ripartito in testa alla parete: 7459.04 daN/m

#### *Carico N. 2*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi non strutturali (G2) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 1000.00 daN/m

#### *Carico N. 3*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi d'esercizio (Q) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 3000.00 daN/m

### COMBINAZIONI DI CARICO

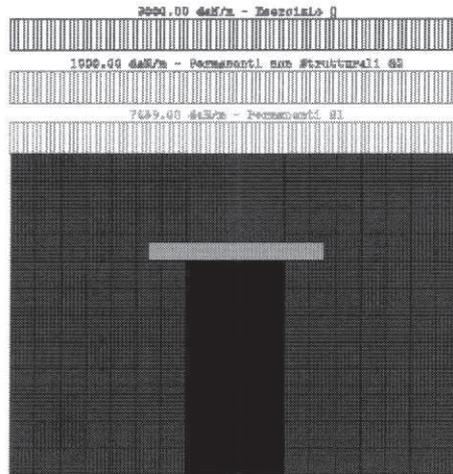
Le sollecitazioni vengono calcolate secondo le combinazioni di carico del punto 2.5.3, differenziando le situazioni sismiche da quelle non sismiche. Ai fini delle verifiche verranno considerati valori di inviluppo delle varie combinazioni.

### GEOMETRIA E MATERIALI PARETE

t	: spessore della parete;
Lp	: larghezza della parete;
Hp	: altezza della parete;
Emur	: modulo elastico longitudinale della muratura;
Gmur	: modulo elastico trasversale della muratura;
fbk	: resistenza caratteristica del blocco;
fbk or	: resistenza caratteristica in direzione orizzontale del blocco;
fk	: resistenza caratteristica della muratura;
fvk0	: resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;
P.spec	: peso per unità di volume della muratura;

t [cm]	Lp [cm]	Hp [cm]	Emur [daN/cm <sup>2</sup> ]	Gmur [daN/cm <sup>2</sup> ]	fbk [daN/cm <sup>2</sup> ]	fbk or [daN/cm <sup>2</sup> ]	fk [daN/cm <sup>2</sup> ]	fvk0 [daN/cm <sup>2</sup> ]	P.spec [daN/m <sup>3</sup> ]
120	460	330	10800	3600	150.00	15.00	14.00	0.28	1600

## DATI INPUT STATO DI PROGETTO



### DATI GENERALI

#### CARICHI VERTICALI

I carichi agenti sono stati calcolati secondo i seguenti dati:

Parete	DATI PARETE				DATI FORI			DATI SOLAIO				DATI CORDOLO	
	Altezza [cm]	Peso specifico [daN/m <sup>3</sup> ] ]	Spessore [cm]	Spessore intonaco [cm]	Numero foro	Base [cm]	Altezza [cm]	Larg. zona influenza [cm]	Peso solaio [daN/m <sup>2</sup> ] ]	Peso carichi non strutturali [daN/m <sup>2</sup> ] ]	Peso carichi d'esercizio [daN/m <sup>2</sup> ] ]	Base [cm]	Altezza [cm]
Riferimento	-	-	-	-	-	-	-	500.00	270.00	100.00	300.00	120.00	30.00
Piano Rif. + 1	370.00	1800.00	60.00	0.00	1	100.00	250.00	500.00	270.00	100.00	300.00	60.00	30.00

#### *Carico N. 1*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi strutturali (G1) - Coeff. comb. 1.30

Carico ripartito in testa alla parete: 7459.04 daN/m

#### *Carico N. 2*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi non strutturali (G2) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 1000.00 daN/m

#### *Carico N. 3*

Carico uniformemente distribuito

Tipologia di carico: Carichi d'esercizio (Q) - Coeff. comb. 1.50

Carico ripartito in testa alla parete: 3000.00 daN/m

### COMBINAZIONI DI CARICO

Le sollecitazioni vengono calcolate secondo le combinazioni di carico del punto 2.5.3, differenziando le situazione sismiche da quelle non sismiche. Ai fini delle verifiche verranno considerati valori di inviluppo delle varie combinazioni.

### GEOMETRIA E MATERIALI PARETE

t : spessore della parete;  
Lp : larghezza della parete;  
Hp : altezza della parete;  
Emur : valore medio del modulo di elasticità normale della muratura;  
Gmur : valore medio del modulo di elasticità tangenziale della muratura;  
fm : resistenza media a compressione della muratura;  
 $\tau_0$  : resistenza media a taglio della muratura;  
P.spec : peso per unità di volume medio della muratura;  
Ccor : coefficiente correttivo dei parametri meccanici(Tab.C8.5.I Circ.7/2019);

t [cm]	Lp [cm]	Hp [cm]	Emur [daN/cm <sup>2</sup> ]	Gmur [daN/cm <sup>2</sup> ]	fm [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\tau_0$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	P.spec [daN/m <sup>3</sup> ]	Ccor
120	460	330	10800	3600	14.00	0.28	1600.0	1.0

Il fattore di confidenza considerato è pari a **1.35**

### GEOMETRIA FORI

n : numero del foro;  
L : larghezza del foro;  
H : altezza del foro;  
Dfx : altezza del foro;  
Dfy : altezza del foro;  
A : valore dell'appoggio dell'architrave sulla muratura;  
Amm. eff. : ammorsamento efficace dell'architrave alla muratura;  
Mat. Riemp. : numero del materiale di riempimento del foro;

n	L [cm]	H [cm]	Dfx [cm]	Dfy [cm]	A [cm]	Amm. eff.	Mat. Riemp.
1	100	220	180	0	40	SI	-

### INTERVENTI SUI MASCHI MURARI

N Maschio	Tipo consolidamento	Coeff. correttivo
1	Intonaco armato	1.70
2	Intonaco armato	1.70

Dati architravi in acciaio:

n : numero del foro;  
B : base della sezione dell'architrave;  
H : altezza della sezione dell'architrave;  
N.prof : numero di profilati;

Tipo prof : tipo di profilato;  
 E : modulo elastico dell'acciaio;  
 ni : coefficiente di Poisson dell'acciaio;  
 fy : resistenza a snervamento dell'acciaio;  
 fd : resistenza di calcolo dell'acciaio;  
 fu : resistenza a rottura dell'acciaio;  
 P.spec : peso per unità di volume dell'acciaio.

n	B [cm]	H [cm]	N.prof	Tipo Prof.	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	ni	fy [daN/cm <sup>2</sup> ]	fd [daN/cm <sup>2</sup> ]	fu [daN/cm <sup>2</sup> ]	P.spec [daN/m <sup>3</sup> ]
1	120	18	5	IPE180	2100000	0.30	2350	2043	3600	7850

## RISULTATI DELLE VERIFICHE

### Verifiche di resistenza e deformabilità architrave in acciaio:

n : numero dell'architrave;  
 Md(m) : Momento di calcolo in mezzeria;  
 Md(i) : Momento di calcolo all'incastro;  
 Td(i) : Taglio di calcolo all'incastro;  
 f(m) : freccia di calcolo in mezzeria;  
 Tens.id. : tensione ideale di calcolo (calcolato secondo il 4.2.4.1.2 del D.M. 17/01/2018);  
 fsd : resistenza di calcolo;  
 sR : coefficiente di sicurezza nei riguardi della resistenza;  
 flim : valore limite della freccia;  
 sD : coefficiente di sicurezza a deformabilità.

n	Md(m) [daNcm]	Md(i) [daNcm]	Td(i) [daN]	f(m) [mm]	Tens.id [daN/cm <sup>2</sup> ]	fsd [daN/cm <sup>2</sup> ]	sR	flim [mm]	sD
1	10808	-7205	933	-0.008	35.28	2238.10	63.43	4.000	483.18

### Verifiche di resistenza dell'appoggio dell'architrave:

n : numero dell'architrave;  
 Tipo : tipo di architrave;  
 Md : Momento di calcolo sull'appoggio;  
 Nd : Sforzo Normale di calcolo sull'appoggio;  
 Mr : Momento resistente dell'appoggio;  
 Nr : Sforzo Normale resistente dell'appoggio;  
 s : coefficiente di sicurezza dell'appoggio.

Per il tipo "Acciaio" i valori resistenti sono relativi al singolo profilato.

n	Tipo	Md [daNcm]	Nd [daN]	Mr [daNcm]	Nr [daN]	s
1	Acciaio	1441	187	3700	25480	2.57

Verifiche di rigidezza-spostamento equivalente "stato di progetto"/"stato attuale" - Metodo non lineare:

Il modello di calcolo utilizzato tiene conto delle zone rigide tra maschi e fasce orizzontali secondo le indicazioni contenute in "Schematizzazione e modellazione per azioni nel piano delle pareti" (Dolce M., 1989), in base al quale l'altezza efficace del pannello viene calcolato in funzione delle zone diffusive a 30°.

L'altezza efficace viene calcolata come:

$$H_{eff} = h' + (1/3) D (H_p - h') / h'$$

Dove:

h' : altezza calcolata dalle zone diffusive;

D : larghezza del maschio murario;

H<sub>p</sub> : altezza parete.

Nel calcolo in esame le altezze efficaci sono le seguenti:

STATO ATTUALE	
Maschio	Heff [cm]
1	330.00

STATO DI PROGETTO	
Maschio	Heff [cm]
1	284.77
2	284.77

Il metodo di verifica viene applicato considerando le curve bilineari create per ogni pannello considerando taglio resistente massimo, rigidezza e duttilità. Le curve risultanti vengono confrontate nei riguardi dello stato di progetto e quello attuale. L'intervento di realizzazione delle cerchiature è riuscito se:

- 1) Lo spostamento ultimo della parete nello stato di progetto è maggiore o uguale a quello attuale;
- 2) Il taglio ultimo massimo della parete nello stato di progetto è maggiore o uguale a quello attuale;
- 3) Il taglio ultimo della parete nello stato di progetto è maggiore o uguale a quello attuale per ogni spostamento;
- 4) La rigidezza dei traversi è maggiore o uguale a quella delle colonne.

sdu : rapporto spostamento ultimo Prog/attuale (verificato se >=1).  
 sVu : rapporto taglio ultimo massimo Prog/attuale (verificato se >=1).  
 sCo : rapporto minimo taglio ultimo Prog/attuale calcolato controllando tutto lo sviluppo della curva (verificato se >=1).  
 sRT : rapporto minimo rigidezza traversi-colonne (verificato se >=1).

sdu	sVu	sCo	sRT
1.92	1.33	1.04	3.39999995214 436425E38

La rigidezza elastica dello "stato attuale" è pari a 439051.97 daN/cm.

La rigidezza elastica dello "stato di progetto" è pari a 456391.13 daN/cm.

La differenza di rigidezza è pari al 3.95 %.

Il valore minimo di sCo è relativo al punto con spostamento pari a 0.038 cm. In tale punto il valore del taglio allo stato di progetto è pari a 17405.26 daN, mentre quello dello stato attuale è pari a 16744.00daN.

Relativamente al valore di sRT minimo, la rigidezza del traverso è pari a 0.00 KNm/rad, la rigidezza della colonna è pari a 0.00 KNm/rad.

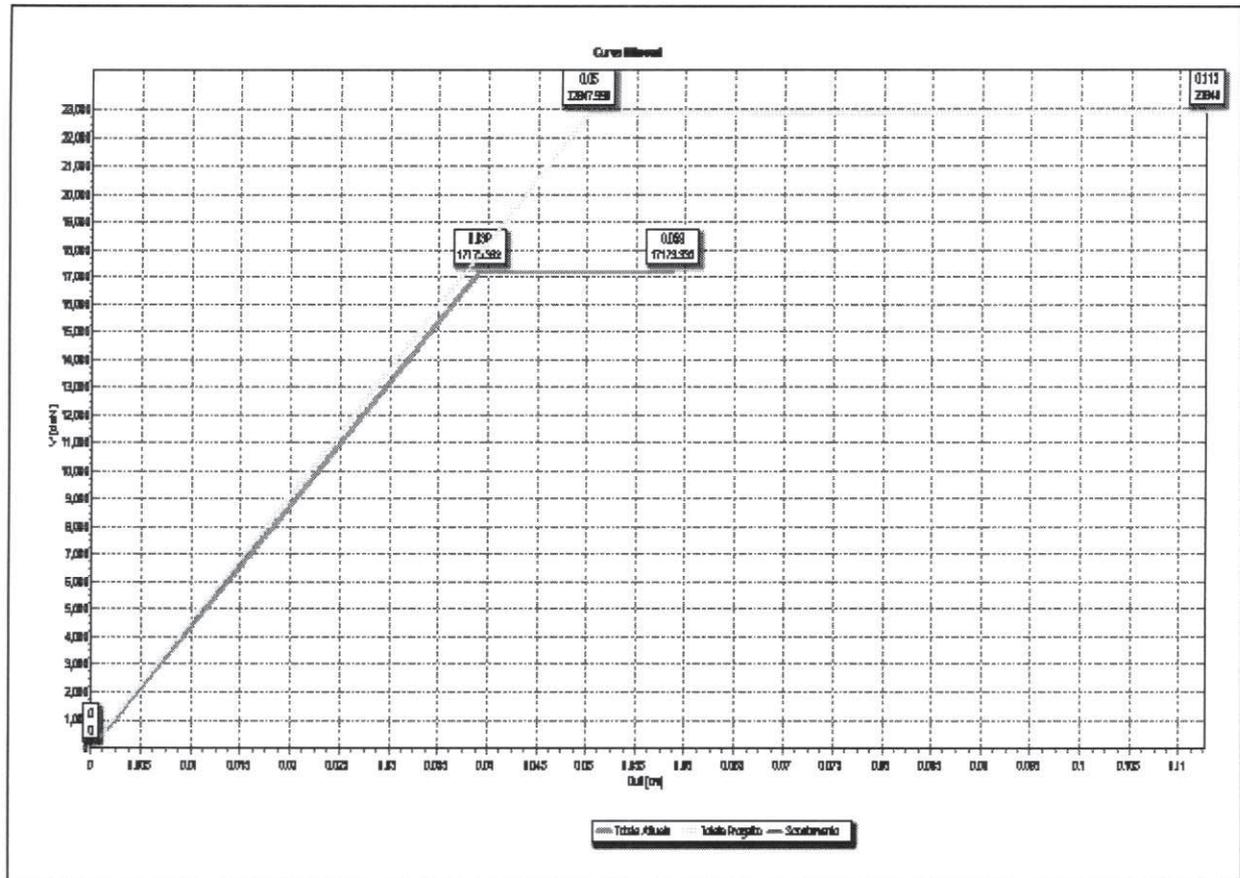


Tabelle Curve Stato Attuale

Valori Curva Totale Stato Attuale		
Punto	D [cm]	V [daN]
1	0.000	0.000
2	0.039	17173.332
3	0.059	17173.332

Valori Curve Maschi - Stato Attuale						
Maschi	D <sub>1</sub> [cm]	V <sub>1</sub> [daN]	D <sub>2</sub> [cm]	V <sub>2</sub> [daN]	D <sub>3</sub> [cm]	V <sub>3</sub> [daN]
Maschio 1	0.000	0.000	0.039	17173.332	0.059	17173.332

Tabelle Curve Stato di Progetto

Valori Curva Totale Stato di Progetto		
Punto	D [cm]	V [daN]
1	0.000	0.000
2	0.050	22847.998
3	0.113	22848.000

Valori Curve Maschi - Stato di Progetto						
Maschi	D <sub>1</sub> [cm]	V <sub>1</sub> [daN]	D <sub>2</sub> [cm]	V <sub>2</sub> [daN]	D <sub>3</sub> [cm]	V <sub>3</sub> [daN]
Maschio 1	0.000	0.000	0.050	11424.000	0.113	11424.000
Maschio 2	0.000	0.000	0.050	11424.000	0.113	11424.000