

MANUTENZIONE STRAORDINARIA

ex Scuola Materna in Via Cesare Battisti 43 a Roncolevà

Proprietà: Comune di Trevenzuolo



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

PROGETTO ARCHITETTONICO

DIREZIONE LAVORI

COORDINAMENTO SICUREZZA

FRUSTOLI & SOARDO
ARCHITETTI ASSOCIATI

via Col. Fasoli, 9 - 37135 VERONA - tel. 0452022683 - E-Mail: frustoli.soardo@gmail.com

Arch. Francesco Soardo

PROGETTO e DIREZIONE LAVORI per INTERVENTI LOCALI di MIGLIORAMENTO SISMICO

DR. MATTIA N. SARTORI
INGEGNERE

via Prato Santo 34/A - 37126 VERONA
Tel 045/914085 - Fax 045/914605
E-mail: mattiasartori@studiosartori.com

PROGETTO e D. L. IMPIANTI TERMO - MECCANICI
MIGLIORAMENTO ENERGETICO EDIFICIO

PROGETTO e D. L. IMPIANTI ELETTRICI



TeKnoStudio
di Dott. Arch. Berti Giovanni

37135 - Verona - Via Niccolò Copernico, n. 19
tel. 045 585170
www.teknostudio.eu - teknostudioberti@gmail.com



Studio Tecnico
Per. Ind. Massimo Zanoni

Via Poerio n. 17 - 37124 Verona
tel. 0455117222 - 3472537738
massimozanoni@yahoo.it

TITOLO ELABORATO

COD. ALLEGATO

INTERVENTI LOCALI di MIGLIORAMENTO SISMICO
RELAZIONE TECNICA

STR-01

CODICE di STATO

FASE

SCALA

DATA

COS-REV 01

Costruzione

ottobre 2021

Il R.U.P.

Il Direttore dei Lavori

ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO

Metodo semplificato

Soli edifici in muratura

Solo per l'adozione di interventi locali

E' ammesso il passaggio di una sola classe di rischio

Tipologia di struttura	Classe di vulnerabilità					
	V ₆ (mA _{1MS})	V ₅ (mB _{1MS})	V ₄ (mC _{1MS})	V ₃ (mD _{1MS})	V ₂ (mE _{1MS})	V ₁ (mF _{1MS})
MURATURA						
Muratura di pietra senza legante (a secco)	○					
Muratura di mattoni di terra cruda (adobe)	○	—				
Muratura di pietra sbazzata	—	○				
Muratura di pietra massiccia per costruzioni monumentali	—	—	○	—		
Muratura di mattoni e pietra lavorata	—	○	—			
Muratura di mattoni e solai di rigidezza elevata		—	○	—		
Muratura rinforzata e/o confinata			—	○	—	

La tabella sopra consente:

- 1) Individuazione di 7 Tipologie di struttura con particolare riferimento alla struttura verticale
- 2) Individuazione di 6 Classi di vulnerabilità
- 3) Individua per ogni Tipologia e ogni Classe il valore più credibile (cerchio) e la dispersione intorno a tale valore, espressa con i valori più probabili (linee continue) e meno probabili o addirittura eccezionali (linee tratteggiate)

Determinazione della Classe di vulnerabilità

- 1) determinazione della tipologia strutturale che meglio descrive la costruzione in esame e della classe di vulnerabilità media (valore più credibile) associata;
- 2) valutazione dell'eventuale scostamento dalla classe media a causa di un elevato degrado, di una scarsa qualità costruttiva o della presenza di peculiarità che possono innescare meccanismi di collasso locale per valori particolarmente bassi dell'azione sismica e aumentare la vulnerabilità globale.

Per la determinazione della classe di vulnerabilità media e per la valutazione dell'eventuale scostamento, utile riferimento può essere fatto alle indicazioni riportate in tabella 4. Si sottolinea come, nell'ambito di queste linee guida, sia previsto lo scostamento dalla classe media solo nel verso di un aumento della vulnerabilità.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNERABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE LA VULNERABILITÀ LOCALE/
MURATURA	INERTI / MAGLIA MURARIA			
	pietra grezza	<ul style="list-style-type: none"> Legante di cattiva qualità e/o assente Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆	
	mattoni di terra cruda (adobe)	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti Eventuale presenza di telai di legno 	V ₆	
	pietra sbazzata	<ul style="list-style-type: none"> Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. listature). Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆	Ribaltamento delle pareti
	mattoni o pietra lavorata	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₅	
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	<ul style="list-style-type: none"> Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₄	Meccanismi parziali o di piano
	mattoni + solai d'elevata rigidezza nel proprio piano medio	<ul style="list-style-type: none"> Funzionamento scatolare della costruzione Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio ben collegati alla muratura 	V ₄	Ribaltamento delle pareti Meccanismi parziali o di piano
	armata e/o confinata	<ul style="list-style-type: none"> Elevata qualità delle murature, rinforzata da reti o barre di acciaio, e/o realizzata tra travi e colonne che la racchiudono in corrispondenza di tutti e quattro i lati Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio 	V ₂	Meccanismi dovuti, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la

Tabella 4 – Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe.

Determinazione della Classe di Rischio

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	$PAM \leq 0,50\%$				$V_1 + V_2$
A*	$0,50\% < PAM \leq 1,0\%$			$V_1 + V_2$	$V_3 + V_4$
B*	$1,0\% < PAM \leq 1,5\%$	V_1	$V_1 + V_2$	V_3	V_5
C*	$1,5\% < PAM \leq 2,5\%$	V_2	V_3	V_4	V_6
D*	$2,5\% < PAM \leq 3,5\%$	V_3	V_4	$V_5 + V_6$	
E*	$3,5\% < PAM \leq 4,5\%$	V_4	V_5		
F*	$4,5\% < PAM \leq 7,5\%$	V_5	V_6		
G*	$7,5\% \leq PAM$	V_6			

Classe di rischio: D*

Per distinguere l'attribuzione di classe mediante il metodo semplificato da quella ottenuta mediante il metodo convenzionale, le classi ottenute con il metodo semplificato sono contrassegnate da un asterisco

Interventi e relativo passaggio di classe

Quando la Classe di Rischio è stata assegnata all'edificio mediante il metodo semplificato, è possibile ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore solo quando siano soddisfatte alcune condizioni. Per gli edifici con struttura di muratura esse sono indicate nella tabella 7. L'entità degli interventi deve essere tale da non produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come interventi locali, con riferimento alle murature.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ*	
MURATURA	INERTI/MAGLIA MURARIA			
	pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)	V_6	
	mattoni di terra cruda (adobe)			
	pietra sbazzata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare".^[10] Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_6 a V_5
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".^[10] Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_5 a V_4
mattoni o pietra lavorata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".^[10] Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V_4 a V_3	
	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino dei danni o delle zone degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".^[10] Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_6 a V_5	

TIPOLOGIA STRUTTURALE	INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ*	
MURATURA	INERTI/MAGLIA MURARIA			
	mattoni o pietra lavorata	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".^[10] Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V_4 a V_3
STRUTTURA	mattoni + solai di elevata rigidità nel proprio piano	<p>ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE</p> <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte a vuoto Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria <p>INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI</p> <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".^[10] Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari Posticipare i meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V_5 a V_4

MURA		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento regolare della struttura. ⁽¹⁰⁾ • Minimizzare il danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
	rinforzata e/o confinata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> • Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento regolare della struttura. ⁽¹⁰⁾ • Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₄ a V ₃
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITA' STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> • Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate • Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> • Perseguire un comportamento regolare della struttura. ⁽¹⁰⁾ • Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₃ a V ₂

Passaggio di Classe C*

Si tratta, nel dettaglio, di una costruzione realizzata in muratura con orizzontamenti in parte in calcestruzzo ed in parte in legno. Questi ultimi, in particolare, presentano modeste caratteristiche statiche e ancora minori capacità in termini di piano rigido.

La connessione alle murature, inoltre, è affidata al solo attrito della superficie di contatto.

La copertura è realizzata con elementi lignei di sezioni circolari connesse con le murature in semplice attrito. Tra i conventini di legno sono presenti delle tavelle in laterizio.

L'intervento prevede la posa in opera di un doppio tavolato incrociato, sia sui solai sia in copertura, in grado di garantire il comportamento a diaframma rigido delle strutture orizzontali. E' previsto l'inserimento di angolari metallici di connessione tra il tavolato e le murature per vincolare le pareti ed impedire l'attivazione dei meccanismi fuori piano delle stesse e per incrementare il comportamento scatolare della costruzione. Viene, poi, previsto il confinamento dell'imposta del piano di copertura per eliminare le spinte degli elementi inclinati. Tale cerchiatura può essere realizzata tramite uno strato di FRP fissato alla muratura con resina epossidica, oppure tramite una piastra metallica perimetrale tassellata alla muratura con resina epossidica, o, anche, tramite un sistema di catene metalliche opportunamente fissate alle murature.

Si prescrive, infine, la realizzazione di un intonaco armato sui muri del piano di copertura, il ripristino delle zone danneggiate e, infine, la messa in sicurezza degli elementi non strutturali.

CALCOLAZIONI SVOLTE

Vita nominale $V_n \geq$	50	
Classe d'uso	II	
Coefficiente d'uso C_u	1	
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50	
P_{vrSLE}	63%	
P_{vrSLU}	10%	
TR tempo di ritorno del sisma SLE	50,2890477	
TR tempo di ritorno del sisma SLU	474,561079	
Stati limite di esercizio	SLD	
Stati limite ultimi	SLV	
Zona Sismica	4	
Analisi dei carichi		
Copertura		
Carichi permanenti strutturali		
Strutture	45 Kg/m ²	
Carichi permanenti non strutturali		
Manto di coppi	80 Kg/m ²	
Tavelle	30 Kg/m ²	
Carichi variabili		627
Carico neve	80 Kg/m²	File Excel calcolo vento e neve
Carico accidentale	50 Kg/m ²	
Pressione Tangente del vento P_f	0 Kg/m ²	
Quota di calcolo	1 m	
STATI LIMITE DI ESERCIZIO		
SLE rara		
Ψ_{01} neve	0,5	Sotto i 1000 ms.l.m.
Ψ_{02} variabili	0	Copertura per sola manutenzione
Ψ_{03} vento	0,6	
Combinazione SLE rara	235 Kg/m²	
SLE frequente		
Ψ_{11} neve	0,2	Sotto i 1000 ms.l.m.
Ψ_{12} variabili	0	
Ψ_{13} vento	0,2	
Combinazione SLE frequente	171 Kg/m²	
SLE quasi permanente		
Ψ_{21} neve	0	Sotto i 1000 ms.l.m.
Ψ_{22} variabili	0	
Ψ_{23} vento	0	
Combinazione SLE quasi permanente	155 Kg/m²	
STATI LIMITE ULTIMI		
EQU		
	Sfavorevoli	
γ_{01}	1,1	
γ_{02}	1,5	
γ_{01} neve	1,5	
γ_{02} variabili	1,5	
γ_{03} vento	1,5	
EQU	334,5 Kg/m²	
STR		
A1		
	Sfavorevoli	
γ_{01}	1,3	
γ_{02}	1,5	
γ_{01} neve	1,5	
γ_{02} variabili	1,5	
γ_{03} vento	1,5	
STR	343,5 Kg/m²	
GEO		
A2		
	Sfavorevoli	
γ_{01}	1	
γ_{02}	1,3	
γ_{01} neve	1,3	
γ_{02} variabili	1,3	
γ_{03} vento	1,3	
GEO	292 Kg/m²	
PESO SISMICO		
γ_{01}	1	
γ_{02}	1	
γ_{01} neve	1	
γ_{02} variabili	1	
γ_{03} vento	1	
Peso sismico	155 Kg/m²	
Solaio sottotetto		
	Praticabile	Non praticabile
Carichi permanenti strutturali		
Strutture	200 Kg/m ²	45
Carichi permanenti non strutturali		
Finiture	80 Kg/m ²	40 Cannicciato
Pacchetto isolante + sottofondo	Kg/m ²	

Tramezze	Kg/m ²			
Carichi variabili				
Carico accidentale	200 Kg/m ²		50	
STATI LIMITE DI ESERCIZIO				
SLE rara				
	Ψ_{02} variabili	0,7		0,7
Combinazione SLE rara		420 Kg/m ²		120
SLE frequente				
	Ψ_{12} variabili	0,5		
Combinazione SLE frequente		380 Kg/m ²		
SLE quasi permanente				
	Ψ_{22} variabili	0,3		
Combinazione SLE quasi permanente		340 Kg/m ²		
STATI LIMITE ULTIMI				
EQU		Sfavorevoli		
	γ_{G1}	1,1		
	γ_{G2}	1,5		
	γ_{Q2} variabili	1,5		
EQU		640 Kg/m ²		
STR				
A1		Sfavorevoli		
	γ_{G1}	1,3		1,3
	γ_{G2}	1,5		1,5
	γ_{Q2} variabili	1,5		1,5
STR		590 Kg/m ²		171
GEO				
A2		Sfavorevoli		
	γ_{G1}	1		
	γ_{G2}	1,3		
	γ_{Q2} variabili	1,3		
GEO		564 Kg/m ²		
PESO SISMICO				
	γ_{G1}	1		
	γ_{G2}	1		
	γ_{Q2} variabili	1		
Peso sismico		340 Kg/m ²		
Sollecitazioni				
Area copertura		217 m ²		
Area piano primo		217 m ²		
Area piano terra		297 m ²		
Spessore murature		0,25 m		
Peso specifico murature		1800 kg/m ³		
Piano primo				
Lunghezza murature lungox		46,2500001 m		
Lunghezza murature lungoy		45,3500001 m		
Coefficiente aperture		0,8		
Lunghezza netta murature lungox		37,0000001 m		
Lunghezza netta murature lungoy		36,2800001 m		
Piano terra				
Lunghezza murature lungox		59 m		
Lunghezza murature lungoy		58,25 m		
Coefficiente aperture		0,8		
Lunghezza netta murature lungox		47,2 m		
Lunghezza netta murature lungoy		46,6 m		
Fattore di struttura				
q		2,25		
H		8 m		Altezza costruzione
Se H<40m				
Tipo di costruzione	C1			
Telaio in acciaio		0,085		
Telaio in cls		0,075		
Altri tipi di struttura		0,05	Verticale	SLE SLU
T1=C1*H^(3/4) (Circ.C7.3.2)		0,23784142	0,23784	VERO VERO
Per determinare la forza da applicare alle masse				VERO VERO
Stati limite di esercizio		SLD orrizz.		
Parametri indipendenti				
ag		0,044 g		
F0		2,515		
T*c		0,261 s		
Ss		1,5		
Cc		1,635		
St		1		
q		1		
Parametri dipendenti				
S		1,5		
mu		1		

mu	1
Tb	0,142245 s
Tc	0,426735 s
Td	1,776 s
T1	0,23784142 s
Se 0<T1<Tb	
1-(T1/Tb)	-0,67205472
1/(mu*F0)	0,39761431
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,26721857
T1/Tb	1,67205472
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,40483614

Se(T) 0,23318875 g

Se Tb<T1<Tc	
Se(T)	0,16599 g

Se Tc<T1<Td	
Se(T)	0,2978192 g

Se T1>Td	
Se(T)	2,22386368 g

Stati limite Ultimi SLV orizz.

Parametri indipendenti	
ag	0,119 g
F0	2,478
T*c	0,284 s
Ss	1,5
Cc	1,59
St	1
q	2,25

Parametri dipendenti	
S	1,5
mu	0,44444444
mu	0,44444444
Tb	0,15052 s
Tc	0,45156 s
Td	2,076 s
T1	0,23784142 s

Se 0<T1<Tb	
1-(T1/Tb)	-0,5801317
1/q	0,44444444
1/(mu*F0)	0,90799031
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,52675396
T1/Tb	1,5801317
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,05337773

Se(T) 0,20708142 g

Se Tb<T1<Tc	
Se(T)	0,196588 g

Se Tc<T1<Td	
Se(T)	0,37323724 g

Se T1>Td	
Se(T)	3,25780307 g

1) Determinazione della pseudoaccelerazione

Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T1)	0,16599 SLE
Sde(T1)	0,196588 Componenti orizzontali SLU

dg SLE	0,01225494 m	spostamento orizzontale massimo terreno
Vg SLE	0,04416195 m/s	velocità orizzontale massima terreno
dg SLU	0,04099653 m	spostamento orizzontale massimo terreno
Vg SLU	0,12638623 m/s	velocità orizzontale massima terreno

L'analisi lineare elastica si può fare se **VERO** oppure **VERO**

2) Si calcola la spinta sismica totale

W=G1+G2+Somma fi*Q 323739 Kg Peso sismico della struttura

Con i coefficienti dei pesi propri permanenti pari a 1 e fi delle SLE quasi permanenti

Se la struttura ha almeno tre orizzontamenti piani e T1<2*Tc **VERO**

lambda	0,85
negli altri casi	
lambda	1
Fh	63643,2026 Kg

3) Si calcola la spinta sismica da applicare a ciascuna massa

z1	4 m
z2	8 m

W1	158200	Kg
W2	165539	Kg
W	323739	Kg
lambda	1	Tutti i casi tranne quelli sotto
lambda	0,85	Se la costruzione ha almeno tre orizzontamenti e $T1 < 2 \cdot Tc$
Sd(T1)	0,196588	g
Fh	63643,2026	Kg
z1*W1	632800	Kg*m
z2*W2	1324312	Kg*m
Somma(zjWj)	1957112	Kg*m
F1h	20577,9836	Kg
F2h	43065,219	Kg
Ftot1	63643,2026	kg
Mtot1	426833,686	kg*m
Ftot2	43065,219	kg
Mtot2	344521,752	kg*m

Piano primo direzione x

Linee guida Palazzi, ville e altre strutture con pareti di spina ed orizzontamenti intermedi

Modelli meccanici semplificati (LV1):

Fc	1,35		Fattore di confidenza
Tau0	0,6	Kg/cm ²	Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura
Gammam	2		
Tau0d	0,22222222	Kg/cm ²	Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura valutato tenendo con il Fc
Sigma0i	0,90359716	Kg/cm ²	Tensione verticale media sulla superficie resistente dei muri all'i-es
Taudi	0,42807588	Kg/cm ²	Valore di calcolo della resistenza a taglio muratura nei maschi murari del piano i
Resistenza a taglio della muratura	0,42807588	Kg/cm ²	
Axi	92500,0002	cm ²	Area resistente a taglio dei muri dell'iesimo piano posti secondo la direzione x
Ftot	63643,2026	Kg	Forza sismica totale
Fi	43065,219	Kg	Forza sismica piano i-esimo
kappai	0,67666644		Rapporto tra la risultante delle forze sismiche del piano i-esimo e la forza sismica totale
eyi	19,1255983	cm	Eccentricità del centro delle rigidezze rispetto al centro di massa
dji	651,625598	cm	Distanza tra il baricentro delle rigidezze e la parete in direzione x più esterna
betaxi	1,05870119	<=	1,25 Coefficiente di regolarità in pianta
Nmxi	4		Numero di maschi murari in direzione x al piano i-esimo
muxi	0,65358984	>=	0,8
zi,xi	1	Fasce resistenti	0,8 Fasce di piano deboli (non in grado di bloccare la rotazione alle estremità dei maschi mu
xi,xi	1	Collasso a taglio	0,8 Collasso a presso-flessione
FSLV,xi	23120,6333	Kg	Resistenza a taglio del piano i-esimo
q	3		Coefficiente di struttura per edifici con numero di piani maggiore di 2 e regolari in altezza
q	2,25	2,8	Negli altri casi
M	165539	Kg	Massa sismica totale
Np	2		Numero di piani
e*	0,89865089		Frazione di massa partecipante sul primo modo di vibrare
Se,SLV	0,3496962		Ordinata dello spettro di risposta
Da cui si ottiene:			
TSLV	279,114611		Tempo di ritorno dell'azione sismica corrispondente Vedi Cartella Analisi foglio Excel Calcolo indice rischio sismico Lay
Tr	475		Ad esempio (è in funzione delle caratteristiche e della destinazione d'uso dell'edificio)

Indice di sicurezza 0,58760971

Indice di rischio sismico 0,79059012

Piano primo direzione y

Linee guida Palazzi, ville e altre strutture con pareti di spina ed orizzontamenti intermedi

Modelli meccanici semplificati (LV1):

Fc	1,35		Fattore di confidenza
Tau0	0,6	Kg/cm ²	Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura
Gammam	2		
Tau0d	0,22222222	Kg/cm ²	Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura valutato tenendo con il Fc
Sigma0i	0,90359716	Kg/cm ²	Tensione verticale media sulla superficie resistente dei muri all'i-es
Taudi	0,42807588	Kg/cm ²	Valore di calcolo della resistenza a taglio muratura nei maschi mur
Resistenza a taglio della muratura	0,42807588	Kg/cm ²	
Axi	90700,0002	cm ²	Area resistente a taglio dei muri dell'iesimo piano posti secondo la direzione x
Ftot	63643,2026	Kg	Forza sismica totale
Fi	43065,219	Kg	Forza sismica piano i-esimo
kappai	0,67666644		Rapporto tra la risultante delle forze sismiche del piano i-esimo e la forza sismica totale
eyi	41,0252853	cm	Eccentricità del centro delle rigidezze rispetto al centro di massa
dji	1608,97471	cm	Distanza tra il baricentro delle rigidezze e la parete in direzione y più esterna
betaxi	1,05099556	<=	1,25 Coefficiente di regolarità in pianta
Nmxi	4		Numero di maschi murari in direzione y al piano i-esimo
muxi	0,65358984	>=	0,8
zi,xi	1	Fasce resistenti	0,8 Fasce di piano deboli (non in grado di bloccare la rotazione alle estremità dei maschi mu
xi,xi	1	Collasso a taglio	0,8 Collasso a presso-flessione
FSLV,xi	22836,9341	Kg	Resistenza a taglio del piano i-esimo
q	3		Coefficiente di struttura per edifici con numero di piani maggiore di 2 e regolari in altezza
q	2,25	2,8	Negli altri casi
M	165539	Kg	Massa sismica totale
Np	2		Numero di piani
e*	0,89865089		Frazione di massa partecipante sul primo modo di vibrare

Se,SLV	0,34540529	Ordinata dello spettro di risposta
Da cui si ottiene:		
TSLV	271,424997	Tempo di ritorno dell'azione sismica corrispondente Vedi Cartella Analisi foglio Excel Calcolo indice rischio sismico Lay
Tr	475	Ad esempio (è in funzione delle caratteristiche e della destinazione d'uso dell'edificio)
Indice di sicurezza	0,57142105	
Indice di rischio sismico	0,78088927	

Piano terra direzione x

Linee guida Palazzi, ville e altre strutture con pareti di spina ed orizzontamenti intermedi

Modelli meccanici semplificati (LV1):

Fc	1,35	Fattore di confidenza
Tau0	0,6	Kg/cm ² Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura
Gammam	2	
Tau0d	0,22222222	Kg/cm ² Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura valutato tenendo con il Fc
Sigma0i	1,75462687	Kg/cm ² Tensione verticale media sulla superficie resistente dei muri all'i-es
Taudi	0,55617213	Kg/cm ² Valore di calcolo della resistenza a taglio muratura nei maschi murari del piano i
Resistenza a taglio della muratura	0,55617213	Kg/cm ²
Axi	118000	cm ² Area resistente a taglio dei muri dell'iesimo piano posti secondo la direzione x
Ftot	63643,2026	Kg Forza sismica totale
Fi	63643,2026	Kg Forza sismica piano i-esimo
kappai	1	Rapporto tra la risultante delle forze sismiche del piano i-esimo e la forza sismica totale
eyi	6,77854342	cm Eccentricità del centro delle rigidezze rispetto al centro di massa
dxi	1903,22146	cm Distanza tra il baricentro delle rigidezze e la parete in direzione x più esterna
betaxi	1,00712323	<= 1,25 Coefficiente di regolarità in pianta
Nmxi	5	Numero di maschi murari in direzione x al piano i-esimo
muxi	0,6	>= 0,8
zi,xi	1	Fasce resistenti 0,8 Fasce di piano deboli (non in grado di bloccare la rotazione alle estremità dei maschi mu
xi,xi	1	Collasso a taglio 0,8 Collasso a presso-flessione
FSLV,xi	25023,0267	Kg Resistenza a taglio del piano i-esimo
q	3	3,6 Coefficiente di struttura per edifici con numero di piani maggiore di 2 e regolari in altezza
q	2,25	2,8 Negli altri casi
M	323739	Kg Massa sismica totale
Np	2	Numero di piani
e*	0,89865089	Frazione di massa partecipante sul primo modo di vibrare
Se,SLV	0,19352467	Ordinata dello spettro di risposta
Da cui si ottiene:		
TSLV	73,1740766	Tempo di ritorno dell'azione sismica corrispondente Vedi Cartella Analisi foglio Excel Calcolo indice rischio sismico Lay
Tr	475	Ad esempio (è in funzione delle caratteristiche e della destinazione d'uso dell'edificio)
Indice di sicurezza	0,15405069	
Indice di rischio sismico	0,43751889	

Piano terra direzione y

Linee guida Palazzi, ville e altre strutture con pareti di spina ed orizzontamenti intermedi

Modelli meccanici semplificati (LV1):

Fc	1,35	Fattore di confidenza
Tau0	0,6	Kg/cm ² Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura
Gammam	2	
Tau0d	0,22222222	Kg/cm ² Valore di calcolo della resistenza a taglio della muratura valutato tenendo con il Fc
Sigma0i	1,75462687	Kg/cm ² Tensione verticale media sulla superficie resistente dei muri all'i-es
Taudi	0,55617213	Kg/cm ² Valore di calcolo della resistenza a taglio muratura nei maschi murari del piano i
Resistenza a taglio della muratura	0,55617213	Kg/cm ²
Axi	116500	cm ² Area resistente a taglio dei muri dell'iesimo piano posti secondo la direzione x
Ftot	63643,2026	Kg Forza sismica totale
Fi	63643,2026	Kg Forza sismica piano i-esimo
kappai	1	Rapporto tra la risultante delle forze sismiche del piano i-esimo e la forza sismica totale
eyi	27,2104027	cm Eccentricità del centro delle rigidezze rispetto al centro di massa
dxi	1622,7896	cm Distanza tra il baricentro delle rigidezze e la parete in direzione y più esterna
betaxi	1,03353534	<= 1,25 Coefficiente di regolarità in pianta
Nmxi	5	Numero di maschi murari in direzione y al piano i-esimo
muxi	0,6	>= 0,8
zi,xi	1	Fasce resistenti 0,8 Fasce di piano deboli (non in grado di bloccare la rotazione alle estremità dei maschi mu
xi,xi	1	Collasso a taglio 0,8 Collasso a presso-flessione
FSLV,xi	24073,5999	Kg Resistenza a taglio del piano i-esimo
q	3	3,6 Coefficiente di struttura per edifici con numero di piani maggiore di 2 e regolari in altezza
q	2,25	2,8 Negli altri casi
M	323739	Kg Massa sismica totale
Np	2	Numero di piani
e*	0,89865089	Frazione di massa partecipante sul primo modo di vibrare
Se,SLV	0,18618193	Ordinata dello spettro di risposta
Da cui si ottiene:		
TSLV	67,0418018	Tempo di ritorno dell'azione sismica corrispondente Vedi Cartella Analisi foglio Excel Calcolo indice rischio sismico Lay
Tr	475	Ad esempio (è in funzione delle caratteristiche e della destinazione d'uso dell'edificio)
Indice di sicurezza	0,14114064	
Indice di rischio sismico	0,42091849	

Indici del fabbricato

TSLV min	67,0418018	anni
ag min	0,0500893	
Se,SLV min*q	0,18618193	

Se,SLV min 0,08274752
 IRS min 0,42091849
 Vn min 7,0635588 anni

Strutture di copertura

Conventini	SLE	SLU
Altezza colmo	3,4 cm	3,4
Altezza imposta	1,23 cm	1,23
Altezza inclinata	2,17 cm	2,17
Lunghezza media inclinata	6,575 cm	6,575
Angolo di inclinazione	0,31878185 rad 18,2648545 °	0,318781849 18,26485452
Carico distribuito	235 kg/m ²	343,5
Interasse	0,5 m	0,5
Carico distribuito lineare	117,5 kg/m	171,75
Lunghezza	1,4 m	1,4
Momento	2878,75 kg*cm	4207,875
Taglio	82,25 kg	120,225
Azione assiale	51,5559475 kg	75,35943817
E	70000 kg/cm ²	70000
J	128,625 cm ⁴	128,625
Freccia	0,65277778 cm	0,954166667
Ry	78,1060725 kg	114,1678124
Rx	51,5559475 kg	75,35943817
H	7 cm	7
B	4,5 cm	4,5
W	36,75 cm ³	36,75
A	31,5 cm ²	31,5
Sigma	79,9700301 kg/cm ²	116,8923631
Tau	2,611111111 kg/cm ²	3,816666667
L/F	214,468085	146,7248908

File Acca Sezioni Conventini Trevenzuolo

Travi	SLE	SLU		
Carico distribuito	235 kg/m ²	343,5		
Interasse	1,3 m	1,3		
Carico distribuito lineare	305,5 kg/m	446,55	Trave 2	
Lunghezza	6,7 m	6,7	5 m	5
Fare file Eng Travi copertura	SLE	SLU	Momento, taglio e freccia risultano equivalenti alla trave	
Momento	95468,75 kg*cm	139546,875	95468,75 Kg*cm	139546,9
Taglio	763,75 kg	1116,375	763,75 kg	1116,375
E	70000 kg/cm ²	70000		
J	4779,34227 cm ⁴	4779,342272		
Freccia	7,43128365 cm	10,86232312	7,431284	10,86232
Ry	1527,5 kg	2232,75		
D	17,6666667 cm	17,66666667		
W	541,057616 cm ³	541,0576157		
A	245,007222 cm ²	245,0072222		
Sigma	176,448399 kg/cm ²	257,9150001	176,4484 kg/cm ²	
Tau	3,11725505 kg/cm ²	4,556498335		
L/F	90,1593899	61,68109647		

Puntoni	SLE	SLU
Altezza colmo	3,4 cm	3,4
Altezza imposta	1,23 cm	1,23
Altezza inclinata	2,17 cm	2,17
Lunghezza media inclinata	9,3 cm	9,3
Angolo di inclinazione	0,22923193 rad 13,1340223 °	0,229231933 13,13402231
Reazione travi	763,75 kg	1116,375
Numero travi	2	2
Carico distribuito lineare	305,5 kg/m	471,4659
Lunghezza	5 m	5
Momento	95468,75 kg*cm	147333,0938
Taglio	763,75 kg	1178,66475
Azione assiale	347,093238 kg	535,6550761
E	70000 kg/cm ²	70000
J	13729,6991 cm ⁴	13729,69906
Freccia	2,58684826 cm	3,992179184
Ry	743,771224 kg	1147,832306
Ry capriata	1487,54245 kg	2295,664612
Rx	347,093238 kg	535,6550761
Rx capriata	694,186476 kg	1071,310152
Rx muro	694,186476 kg	1071,310152
D	23 cm	23
W	1193,88688 cm ³	1193,886875
A	415,265 cm ²	415,265
Sigma	80,8004888 kg/cm ²	124,6961544
Tau	1,83918703 kg/cm ²	2,838343588

2 si considerano i due interassi e la media sono due

L/F	193,2854	125,2448793
Capriate	SLE	SLU
Reazione puntoni	1487,54245 kg	2295,664612
Reazione travi	1527,5 kg	2232,75
File Eng telai Capriate	SLE	SLU
Momento	247640 kg*cm	360088
Taglio	3072 kg	4472
Azione assiale	16556 kg	24105
E	70000 kg/cm ²	70000
J	39740,625 cm ⁴	39740,625
Freccia	1,35 cm	2
Ry	8426 kg	12196
D	30 cm	30
W	2649,375 cm ³	2649,375
A	706,5 cm ²	706,5
Sigma	116,90493 kg/cm ²	170,0332154
Tau	4,34819533 kg/cm ²	6,329794763
L/F	296,296296	200
Strutture solaio sottotetto		
Travi di legno	SLE	SLU
Carico distribuito	120 kg/m ²	171
Lunghezza massima	6 m	6
Interasse	0,45 m	0,45
Carico distribuito	54 kg/m	76,95
E	70000 kg/cm ²	70000
Diametro	15 cm	15
J	2483,78906 cm ⁴	2483,789063
W	331,171875 cm ³	331,171875
A	176,625 cm ²	176,625
Momento	24300 kg*cm	34627,5
Taglio	162 kg	230,85
Freccia	5,2411283 cm	7,468607825
Sigma	73,3757962 kg/cm ²	104,5605096
Tau	0,91719745 kg/cm ²	1,307006369
L/F	114,479167	80,33625731
IPE	SLE	SLU
L1	4,2 m	4,2
R1+R2	520 kg/m	739
Lunghezza	6,95 m	6,95
Momento	313966,25 kg*cm	446194,3438
Taglio	1807 kg	2568,025
Freccia	8,65649875 cm	12,3022165
W	108 cm ³	108
A	20 cm ²	20
J	869 cm ⁴	869
Sigma	2907,09491 kg/cm ²	4131,429109
Tau	90,35 kg/cm ²	128,40125
L/F	80,2865015	56,49388468
Meccanismi locali per determinare il tiro delle catene (piastre) Meccanismo1,2,3,4		
File Excel Meccanismi di collasso Stato di fatto		
File Excel Meccanismi di collasso Stato progetto		
Apertura solaio per nuova scala		
Trave trasversale	SLE	SLU
Lunghezza solaio	6,15 m	6,15
Carico distribuito	420 kg/m ²	590
Reazione	1333,8 kg/m	1869,24
Lunghezza trave	4,5 m	4,5
Momento	337618,125 kg*cm	473151,375
Taglio	3001,05 kg	4205,79
Azione assiale	1179,94083 kg	1653,615689
Peso proprio	42,3 kg/m	54,99
W	389 cm ³	389
A	53,8 cm ²	53,8
Sigma	889,844904 kg/cm ²	1247,063793
Tau	55,7815985 kg/cm ²	78,17453532
E	2100000 kg/cm ²	2100000
J	3692 cm ⁴	3692
F	0,91854103 cm	1,28727968
L/F	489,907347	349,574383
File Acca Sezioni HEA Trevenzuolo		
Travi longitudinali	SLE	SLU
Lunghezza trave	6,15 m	6,15
Reazione trave	3001,05 kg	4205,79
File Eng Travi longitudinali		
Momento	262178 kg*cm	363001
Taglio	2643 kg	3651

Azione assiale	1039,16417 kg	1435,485576	
Peso proprio	42,3 kg/m	54,99	
W	389 cm ³	389	HEA200
A	53,8 cm ²	53,8	
Sigma	693,294754 kg/cm ²	959,8464125	
Tau	49,1263941 kg/cm ²	67,86245353	
E	2100000 kg/cm ²	2100000	
J	3692 cm ⁴	3692	
F	0,98 cm	1,34	
L/F	627,55102	458,9552239	
Fissaggio muri-solai			
Forza	4000 kg		
Lato angolare	10 cm		
Spessore angolare	1 cm		
Sforzo di trazione	200 kg/cm ²		
Diametro tasselli	1,4 cm		
Numero tasselli coinvolti	2		
Sforzo di taglio	1299,88301 kg/cm ²		
Lunghezza di inserimento	15 cm		
Lunghezza parete	16,5 m		
Interasse tasselli	1 m		
Numero tasselli coinvolti	16,5		
Sforzo di estrazione	3,6764368 kg/cm ²		

FAITTORE DI CONFIENZA

Level of knowledge (LC)	Description	Confidence factor (F _c)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geological data - Mechanical properties obtained from site data - Limited material and constructive details on site inspection	1,35
LC2	- Limited inspections on ground and foundation, presence of geological data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1,2
LC3	- Extensive and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

F_c 1,35

1) RIBALTAMENTO SEMPLICE DI FACCIATA 2 LIVELLI

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura

Vedere anche Travilog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di pareti rispetto ad assi in prevalenza orizzontali alla base di esse e che percorrono la struttura muraria sollecitata da azioni fuori dal piano.

Condizioni di vincolo della parete interessata dal meccanismo:

- Assenza di vincolo in sommità;
- Assenza di collegamento alle pareti ortogonali.

Carenze e vulnerabilità associate al meccanismo:

- Assenza di cordoli o catene ai piani;
- Orizzontamenti deformabili e o mal collegati;
- Intersezioni murarie di cattiva qualità;
- Presenza di spinte non contrastate sulla parete;
- Muratura a sacco o paramenti mal collegati.

Sintomi che manifestano l'avvenuta attivazione del meccanismo:

- Lesioni verticali in corrispondenza delle intersezioni murarie (angolate e martelli murari);
- Fuori piombo della parete ribaltante;
- Sfilamento delle travi degli orizzontamenti.

Differenti varianti del meccanismo

Il ribaltamento può coinvolgere:

- uno o più livelli della parete, in relazione alla presenza di collegamento ai diversi orizzontamenti;
- l'intero spessore del muro o il solo paramento esterno, in relazione alle caratteristiche della struttura muraria (a sacco, carenza di diafani);
- diverse geometrie della parete, in relazione alla presenza di discontinuità o di aperture.

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	f _d	f _{vd0} kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	W kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città Trevenzuolo

Vn 50 anni

Classe d'uso II

PARAMETRI SISMICI

	T1	T*s
SLV		
ag	0,119	0,119 g
F0	2,478	2,478
Tc*	0,284	0,284
Tr	475	475

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV	
Ss	1,5	1,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

	T1	
Categoria	T1	
St	1	1
Categoria di sottosuolo	C	

Spettro di risposta e parametri

T1 2 2 Valore assunto per i meccanismi

q	2	2
Parametri dipendenti		
S	1,5	1,5
mu	0,5	0,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076
T	0,237841423	0,93043719 s
Se 0<T1<Tb		
1-(T1/Tb)	-0,580131697	-5,181485448
mu	0,5	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744	-4,181989869
T1/Tb	1,580131697	6,181485448
T1/Tb*(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953	1,999495579
Se Tb<T1<Tc		
Se(T)	0,245910788	0,442211441 g
Se Tc<T1<Td		
Se(T)	0,2211615	0,2211615 g
Se T1>Td		
Se(T)	0,4198919	0,107334152 g
Se(T)	3,665028458	0,239484946 g

1) Determinazione della pseudoaccelerazione

Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T)	0,2211615	0,107334152
-------	-----------	-------------

CALCOLO

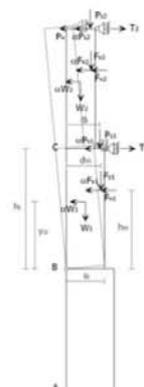
	Livello1	Livello2
Materiale	Muratura in mattoni pieni	
Peso specifico	1800	1800 kg/m ³
B	0,25	0,25 m
H	3,36	3 m
L	16,5	16,5 m
A	44	33,6 m ²
W	19800	15120 kg
Ps	18445	8408,75 kg
Fv	0	0 kg
T	0	1000 kg
Fh	0	694,1864757 kg
Carichi totali	38245	23528,75 kg
f _d	12	12 kg/cm ²
L	1650	1650 cm
b1	25	25 cm
Altezza muro	336	300 cm
t	2,079924242	0,792213805 cm
yg	168	150 cm
h	336	300 cm
hv	336	300 cm
d	12,5	110 cm
dv	12,5	110 cm
hbar	249,0239247	203,607289 cm
Ms	398515,7973	1395322,699 kg*cm
(W/Fv)(Ps)*h	9523920	4790625 kg*cm
(Fh)*h	0	208255,8427 kg*cm
Ms totale	1793838,497 kg*cm	Momento stabilizzante
		n1 n2
		9523920 1E+07

- Spessore del livello
- Altezza del livello
- Lunghezza del muro
- Area del muro senza considerare le finestre
- Peso proprio muratura
- Carichi verticali orizzontamenti (Solai o copertura)
- Altri carichi verticali applicati
- Tiro catene
- Carichi orizzontali applicati
- Somma dei pesi propri e dei carichi totali
- Resistenza a compressione muratura
- Lunghezza muro
- Spessore muro

- Arretramento della cerniera di rotazione
- Distanza verticale cerniera del livello-baricentro del livello
- Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T
- Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
- Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps
- Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh

Momento stabilizzante

Momento stabilizzante



(W/Fv/Ps)*h totale	14314545 kg*cm	
(Fh)*h totale	208255,9427 kg*cm	
alfa0	0,110767234	
M*	54814,2899 kg	
e*	0,887339524	Frazione di massa partecipante
a*0	0,906178579 m/s^2	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	2	numero di orizzontamenti
gamma	1,2	
Hc1	0,2 m	Altezza dalla fondazione della cerniera 1
Hc2	3,56 m	Altezza dalla fondazione della cerniera 2
Z	1,479776604 m	Baricentro delle linee di vincolo
H	8 m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
fi(Z)	0,184972076	
Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare		
ag(Pvr)*S/q	0,87465 m/s^2	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,240543166 m/s^2	VERO

FATTORE DI CONFINENZA

Level of knowledge (LC)	Description	Confidence factor (F _c)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geologic data - Mechanical properties obtained from old data - Limited material and constructive details on site inspection	1,35
LC2	- Limited inspections on ground and foundation, presence of geologic data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1,2
LC3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

F_c 1,35

1) RIBALTAMENTO SEMPLICE DI PARETE MONOLITICA-PARTE ALTA

Vedere anche **Travilog Murature Cinematismi**

Vedere anche **File Excel Meccanismi locali muratura**

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di porzioni sommitali di facciate rispetto ad assi in prevalenza orizzontali alla base di esse e che percorrono la struttura muraria sollecitata da azioni fuori dal piano. È il caso particolare in cui il ribaltamento interessa soltanto l'ultimo livello dell'edificio oppure porzioni di parete sottostanti la copertura.

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	fd	fvd0	E	G	W
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città	Treviso	
Vn	50 anni	
Classe d'uso	II	
PARAMETRI SISMICI	T1	T's
	SLV	
ag	0,119	0,119 g
F0	2,478	2,478
Tc*	0,284	0,284
Tr	475	475

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV	
Ss	1,5	1,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Categoria	T1	T1
St	1	1
Categoria di sottosuolo	C	C

Spettro di risposta e parametri

	T1	
q	2	2 Valore assunto per i meccanismi
Parametri dipendenti		
S	1,5	1,5
mu	0,5	0,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076
T	0,237841423	0,45885942 s
Se 0<T1<Tb		
1-(T1/Tb)	-0,580131697	-2,048494683
mu	0,5	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744	-1,653345184
T1/Tb	1,580131697	3,048494683
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953	1,395149499
Se Tb<T1<Tc		
Se(T)	0,245910788	0,308553356 g
Se Tc<T1<Td		
Se(T)	0,2211615	0,2211615 g
Se T1>Td		
Se(T)	3,665028458	0,984675285 g

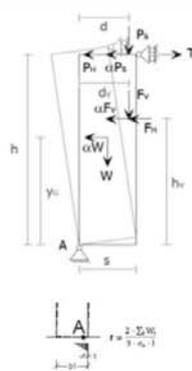
1) Determinazione della pseudoaccelerazione

Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T)	0,2211615	0,217643319
-------	-----------	-------------

CALCOLO

Materiale	Muratura in mattoni pieni	
Peso specifico	1800 kg/m ³	
B	0,25 m	Spessore
H	6,36 m	Altezza
L	16,5 m	Lunghezza del muro
A	83,952 m ²	Area del muro senza considerare le finestre
W	37778,4 kg	Peso proprio muratura
Ps	8408,75 kg	Carichi verticali orizzontamenti (Solai o copertura)
Fv	18445 kg	Altri carichi verticali applicati
T	4000 kg	Tiro catene
Fh	694,1864757 kg	Carichi orizzontali applicati
Carichi totali	64632,15 kg	Somma dei pesi propri e dei carichi totali
fd	12 kg/cm ²	Resistenza a compressione muratura
L	1650 cm	Lunghezza muro
b1	25 cm	Spessore muro
t	2,17616667 cm	Arretramento della cerniera di rotazione
yg	318 cm	Distanza verticale cerniera del livello-baricentro del livello
h	636 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T
hv	336 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
d	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps
dv	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
Ms	3211251,545 kg*cm	Momento stabilizzante
(W/Fv/Ps)*h	23559016,2 kg*cm	
(Fh)*h	233246,6558 kg*cm	
Ms totale	3211251,545 kg*cm	
(W/Fv/Ps)*h totale	23559016,2 kg*cm	
(Fh)*h totale	233246,6558 kg*cm	
alfa	0,126406165	
M*	59654,84877 g	
e*	0,922990319	Frazione di massa partecipante
a*0	0,994176325 m/s ²	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	2	numero di orizzontamenti



gamma	1,2	
Hc1	0,2 m	Altezza dalla fondazione della cerniera
Z	0,2 m	Baricentro delle linee di vincolo
H	8 m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
Fi(Z)	0,025	
Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare		
ag(Pvr)*S/q	0,87465 m/s^2	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,032510741 m/s^2	VERO

FATTORE DI CONFIDENZA

Level of knowledge (LC)	Description	Confidence Factor (FC)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geologic data - Mechanical properties obtained from old data - Limited material and constructive details on site inspection	1,35
LC2	- Limited inspections on ground and foundation, presence of geologic data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1,2
LC3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

Fc = 1,35

2) RIBALTAMENTO COMPOSTO DI PARETE

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura

Vedere anche Travilog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di pareti rispetto ad assi in prevalenza orizzontali accompagnata dal trascinarsi di parti delle strutture murarie appartenenti alle pareti di controvento.

Condizioni di vincolo della parete interessata dal meccanismo:

- Assenza di vincolo in sommità;
- Efficace connessione con le murature ortogonali.

Carenze e vulnerabilità associate al meccanismo:

- Assenza di cordoli o catene ai piani;
- Orizzontamenti deformabili e/o mal collegati;
- Presenza di spinte non contrastate sulla parete;
- Bucature localizzate in prossimità delle intersezioni murarie (angolate e martelli murari);
- Muratura con ridotte proprietà meccaniche.

Sintomi che manifestano l'avvenuta attivazione del meccanismo:

- Lesioni diagonali sulle pareti di controvento;
- Fuori piombo della parete ribaltante;
- Sfilamento delle travi degli orizzontamenti.

Differenti varianti del meccanismo

Il ribaltamento composto può coinvolgere:
- uno o più livelli della parete, in relazione alla presenza di collegamento ai diversi orizzontamenti;
- diverse geometrie del macroelemento, in relazione alla qualità della muratura della parete di controvento ed alla presenza di aperture nella stessa, nonché alla tipologia degli orizzontamenti sovrastanti (se rigidi si possono definire cunei di distacco a doppia diagonale).

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	fd	fvd0	E	G	W
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città: Trevenzuolo
Vn: 50 anni
Classe d'uso: II

PARAMETRI SISMICI

	SLV		g
ag	0,119	0,119	
F0	2,478	2,478	
Tc*	0,284	0,284	
Tr	475	475	

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV	
Ss	1,5	1,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Categoria	T1	T1
St	1	1
Categoria di sottosuolo	C	C

Spettro di risposta e parametri

q = 2 Valore assunto per i meccanismi

Parametri dipendenti	
S	1,5
mu	0,5
Tb	0,15052 s
Tc	0,45156 s
Td	2,076 s
T	0,237841423 s
Se 0<T1<Tb	
1-(T1/Tb)	-0,580131697
mu	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,488225744
T1/Tb	1,580131697
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953
Se(T)	0,245910788 g
Se Tb<T1<Tc	
Se(T)	0,2211615 g
Se Tc<T1<Td	
Se(T)	0,4198919 g
Se T1>Td	
Se(T)	3,665028458 g

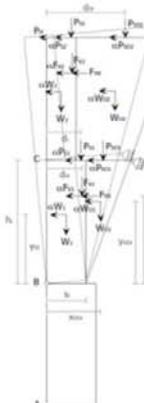
1) Determinazione della pseudoaccelerazione

Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T) = 0,2211615

CALCOLO

	Livello1	Livello2	Livello3	angolo	0,2316 rad 13,271 °
Materiale	Muro in pietra				
Peso specifico	1800	1800	1800 kg/m ³		
B	0,25	0,25	0,25 m	Spessore del livello	
H	0	3,36	3 m	Altezza del livello	
L	16,5	16,5	16,5 m	Lunghezza del muro	
Lo	0	0,79245283	1,5 m	Lunghezza del lato superiore del cuneo	
Spessore cuneo	0,25	0,25	0,25 m		
A cuneo	0	1,331320755	4,77 m ²	Area del muro senza considerare le finestre	
A	0	44	33,6 m ²	Peso proprio muratura	
W	0	19800	15120 kg		
W0	0	599,0943396	2146,5 kg		
Ps	0	18445	8408,75 kg	Carichi verticale orizzontamenti (Solai o copertura)	
Pso	0	885,8662093	764,4318182 kg		
Fv	0	0	0 kg	Altri carichi verticali applicati	
T	0	0	4000 kg	Tiro catene	
Fh	0	0	694,1864757 kg	Carichi orizzontali applicati	
do	25	64,62264151	100 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Pso	
Carichi totali	0	39729,96055	26439,68182 kg	Somma dei pesi propri e dei carichi totali	
fd	12	12	12 kg/cm ²	Resistenza a compressione muratura	
L	1650	1650	1650 cm	Lunghezza muro	
b1	25	25	25 cm	Spessore muro	
t	0	1,337709109	2,227934086 cm	Arretramento della cerniera di rotazione	
yg	0	168	150 cm	Distanza verticale cerniera del livello-baricentro del livello	
h	0	336	300 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T	
hv	300	336	300 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh	
d	12,5	12,5	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps	
dv	12,5	12,5	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh	



Ms	0	512964,8763	1672634,188 kg*cm	Momento stabilizzante
(W/Fv/Ps)*h	0	9955768,178	5449254,545 kg*cm	
(Fh)*h	0	0	208255,9427 kg*cm	
Ms totale	2185599,065		kg*cm	
(W/Fv/Ps)*h totale	15405022,72		kg*cm	
(Fh)*h totale	208255,9427		kg*cm	
alfa	0,12835704			
M*	58990,67661		g	
e*	0,891506656		Frazione di massa partecipante	
a*0	1,045171145		m/s^2	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	2		numero di orizzontamenti	
gamma	1,2			
Hc1	0,2		m	Altezza dalla fondazione della cerniera 1
Hc2	0,2		m	Altezza dalla fondazione della cerniera 2
Hc3	3,56		m	Altezza dalla fondazione della cerniera 3
Z	1,542569307		m	Baricentro delle linee di vincolo
H	8		m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
fi(Z)	0,192821163			
Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare				
ag(Pvr)*S/q	0,87465		m/s^2	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,250750352		m/s^2	VERO

FATTORE DI CONFIDENZA

Level of knowledge	Description	Confidence factor (F _c)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geological data - Mechanical properties obtained from old data - Limited material and constructive details on site inspection	1,35
LC2	- Limited inspections on ground and foundations, presence of geological data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1,2
LC3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

F_c 1,35

2.1) RIBALTAMENTO COMPOSTO DI CUNEO DIAGONALE-PARTE ALTA

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura

Vedere anche Travilog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di porzioni sommitali di facciate rispetto ad assi in prevalenza orizzontali accompagnata dal trascinamento di parti delle strutture murarie appartenenti alle pareti di controvento. In questo caso il ribaltamento interessa soltanto l'ultimo livello dell'edificio oppure porzioni di parete sottostanti la copertura.

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	f _d	f _{vd0} kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	W kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città Trevenzuolo

V_n 50 anni

Classe d'uso II

PARAMETRI SISMICI

	T1	T's	
	SLV		
ag	0,119	0,119	g
F0	2,478	2,478	
Tc*	0,284	0,284	
Tr	475	475	

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV	
Ss	1,5	1,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Categoria	T1	
St	1	1
Categoria di sottosuolo	C	

Spettro di risposta e parametri

T1 2 2 Valore assunto per i meccanismi

Parametri dipendenti	2	2 Valore assunto per i meccanismi
S	1,5	1,5
mu	0,5	0,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076
T	0,237841423	0,63847245 s

Se 0<T1<Tb

1-(T1/Tb)	-0,580131697	-3,241778168
1/q	0,5	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744	-2,61644727
T1/Tb	1,580131697	4,241778168
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953	1,625330898

Se(T) 0,245910788 0,359460619 g

Se Tb<T1<Tc

Se(T) 0,2211615 0,2211615 g

Se Tc<T1<Td

Se(T) 0,4198919 0,156416596 g

Se T1>Td

Se(T) 3,665028458 0,508590233 g

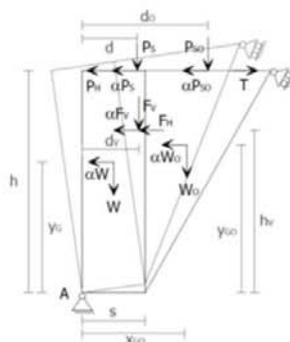
1) Determinazione della pseudoaccelerazione

Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T) 0,2211615 0,156416596

CALCOLO

Materiale	Muratura in mattoni pieni	
Peso specifico	1800 kg/m ³	
B	0,25 m	Spessore del muro
H	6,36 m	Altezza del livello
L	18,5 m	Lunghezza del muro
L01	1,5 m	Lunghezza cuneo 1
L02	1,5 m	Lunghezza cuneo 2
A	77,6 m ²	Area della facciata
A1	4,77 m ²	Area del cuneo 1
A2	4,77 m ²	Area del cuneo 2
W	34920 kg	Peso proprio muratura facciata
W01	2146,5 kg	Peso proprio muratura cuneo 1
W02	2146,5 kg	Peso proprio muratura cuneo 2
Ps	2146,5 kg	Carichi verticali
Pso1	764,4318182 kg	Carichi verticali cuneo 1
Pso2	764,4318182 kg	Carichi verticali cuneo 2
Fv	18445 kg	Altri carichi verticali applicati
T	4000 kg	Tiro catene
Fh	694,1864757 kg	Carichi orizzontali applicati
Carichi totali	61333,36364 kg	Somma dei pesi propri e dei carichi totali
f _d	12 kg/cm ²	Resistenza a compressione muratura
L	1850 cm	Lunghezza muro
b1	25 cm	Spessore muro



Altezza muro	636 cm		
t	2,065096419 cm	Arretramento della cerniera di rotazione	
yg	318 cm	Distanza verticale cerniera del livello-baricentro del livello	
h	636 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T	
hv	636 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh	
d	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps	
dv	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh	
do1	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Pso1	
do2	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Pso2	
hbar	318 cm		
Ms	3452320,236 kg*cm	Momento stabilizzante	
(W/Fv/Ps)*h	26993343,27 kg*cm		
(Fh)*h	441502,5985 kg*cm		n3
Ms totale	3452320,236 kg*cm	Momento stabilizzante	3E+07
(W/Fv/Ps)*h totale	26993343,27 kg*cm		
(Fh)*h totale	441502,5985 kg*cm		
alfa0	0,111539264		
M*	54989,1396 kg		
e*	0,896561616	Frazione di massa partecipante	
a*0	0,90310852 m/s^2	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo	
N	1	numero di orizzontamenti	
gamma	1		
Hc1	0,2 m	Altezza dalla fondazione della cerniera 1	
Z	0,2 m	Baricentro delle linee di vincolo	
H	8 m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione	
fi(Z)	0,025		
Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare			
ag(Pvr)*S/q	0,87465 m/s^2	VERO	
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,027092284 m/s^2	VERO	

FATTORE DI CONFIDENZA

Level of knowledge (Lc)	Description	Confidence factor (Pc)
Lc1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geological data - Mechanical properties obtained from old data - Limited material and constructive details on site inspection	1,35
Lc2	- Limited inspections on ground and foundations, presence of geological data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1,2
Lc3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

Fc 1,35

2.2) RIBALTAMENTO COMPOSTO DI CUNEI A DOPPIA DIAGONALE

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura

Vedere anche Travlog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di intere facciate o porzioni di pareti rispetto ad assi in prevalenza orizzontali accompagnata dal trascinamento di parti delle strutture murarie appartenenti alle pareti di controvento. La configurazione del macroelemento è in questo caso definita dal distacco, nelle pareti di controvento, di un cuneo a doppia diagonale. Questa condizione è legata generalmente alla presenza di solai rigidi, solitamente realizzati in laterocemento o comunque dotati di una soletta armata o di cordoli in c.a., non efficacemente ancorati alla muratura sottostante. Questi, pur non rappresentando un vincolo al ribaltamento, contrastano l'innalzamento della parte superiore di muratura di controvento.

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	fd	fvd0	E	G	W
		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città Trevenzuolo
Vn 50 anni
Classe d'uso II

PARAMETRI SISMICI

	SLV		
ag	0,119	0,119	g
F0	2,478	2,478	
Tc*	0,284	0,284	
Tr	475	475	

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV	
Ss	1,5	1,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Categoria	T1	T1
St	1	1
Categoria di sottosuolo	C	C

Spettro di risposta e parametri

q T1 2 Valore assunto per i meccanismi

Parametri dipendenti

S	1,5
mu	0,5
Tb	0,15052 s
Tc	0,45156 s
Td	2,076 s
T	0,237841423 s
Se 0<T1<Tb	
1-(T1/Tb)	-0,580131697
nu	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744
T1/Tb	1,580131697
T1/Tb*(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953
Se(T)	0,245910788 g
Se Tb<T1<Tc	
Se(T)	0,2211615 g
Se Tc<T1<Td	
Se(T)	0,4198919 g
Se T1>Td	
Se(T)	3,665028458 g

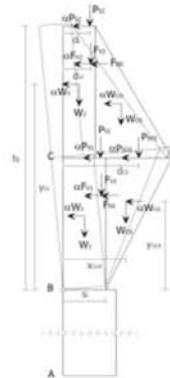
1) Determinazione della pseudoaccelerazione

Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T) 0,2211615

CALCOLO

	Livello1	Livello2	
Materiale	Muratura in mattoni pieni		
Peso specifico	1800	1800 kg/m ³	
B	0,25	0,25 m	Spessore del livello
H	3,36	3 m	Altezza del livello
L	16,5	16,5 m	Lunghezza del muro
Lo	1,5	1,5 m	Lunghezza del lato superiore del cuneo
Spessore cuneo	0,25	0,25 m	
A cuneo	2,52	2,25 m ²	
A	44	33,6 m ²	Area del muro senza considerare le finestre
W	19800	15120 kg	Peso proprio muratura
W0	1134	1012,5 kg	
Ps	18445	8408,75 kg	
Pso	885,8662093	0 kg	Carichi verticali orizzontamenti (Solai o copertura)
Fv	0	0 kg	Altri carichi verticali applicati
T	0	4000 kg	Forza fissaggio doppio tavolao murature
Fh	0	694,1864757 kg	Carichi orizzontali applicati
do	100	100 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Pso
Carichi totali	40264,86621	24541,25 kg	Somma dei pesi propri e dei carichi totali
fd	12	12 kg/cm ²	Resistenza a compressione muratura
L	1650	1650 cm	Lunghezza muro
b1	25	25 cm	Spessore muro
t	1,355719401	2,182024115 cm	Arretramento della cerniera di rotazione
yg	168	150 cm	Distanza verticale cerniera del livello-baricentro del livello
h	336	300 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T
hv	336	300 cm	Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
d	12,5	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps
dv	12,5	12,5 cm	Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
Ms	597111,2606	1516497,276 kg*cm	Momento stabilizzante
(W/Fv/Ps)*h	10075587,05	4891875 kg*cm	



(Fh)*h	0	208255,9427 kg*cm
Ms totale	2113608,536	kg*cm
(W/Fv/Ps)*h totale	14967462,05	kg*cm
(Fh)*h totale	208255,9427	kg*cm
alfa	0,127299644	
M*	57365,43583	g
e*	0,885185522	Frazione di massa partecipante
a*0	1,043963212	m/s^2 Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	2	numero di orizzontamenti
gamma	1,2	
Hc1	0,2	m Altezza dalla fondazione della cerniera 1
Hc2	3,56	m Altezza dalla fondazione della cerniera 2
Z	1,472389164	m Baricentro delle linee di vincolo
H	8	m Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
fi(Z)	0,184048645	

Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare

ag(Pvr)*S/q	0,87465	m/s^2	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,23934231	m/s^2	VERO

FATTORE DI CONFIDENZA

Level of knowledge (LC)	Description	Confidence factor (F _c)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geologic data - Mechanical properties obtained from old data - Limited materials and constructive details on site inspection	1,35
LC2	- Limited inspections on ground and foundation, presence of geologic data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended materials and constructive details on site inspection	1,2
LC3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive materials and constructive details on site inspection	1

F_c 1,35

2.3) RIBALTAMENTO DEL CANTONALE

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura
Vedere anche Travilog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta attraverso la rotazione rigida di un cuneo di distacco, delimitato da superfici di frattura ad andamento diagonale nelle pareti concorrenti nelle angolate libere, rispetto ad una cerniera posta alla base dello stesso. Meccanismi di questo tipo sono frequenti in edifici che presentano spinte concentrate in testa ai cantonali dovute in particolar modo ai carichi trasmessi dai puntoni dei tetti a padiglione. Si suppone che il ribaltamento avvenga nella direzione di spinta del puntone e che il cinematismo sia definito dalla rotazione del macroelemento individuato intorno ad un asse perpendicolare al piano verticale che forma un angolo di 45° con le pareti convergenti nell'angolata e passante per la cerniera suddetta (A).

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	f _d	f _{vd0} kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	W kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città Trevenzuolo
Vn 50 anni
Classe d'uso II

PARAMETRI SISMICI

	SLV		
ag	0,119	0,119	g
F0	2,478	2,478	
Tc*	0,284	0,284	
Tr	475	475	

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV	
Ss	1,5	1,5
Tb	0,15052	0,15052
Tc	0,45156	0,45156
Td	2,076	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

	T1	T1
Categoria	T1	T1
St	I	I
Categoria di sottosuolo	C	C

Spettro di risposta e parametri

q 2 Valore assunto per i meccanismi

Parametri dipendenti	
S	1,5
mu	0,5
Tb	0,15052 s
Tc	0,45156 s
Td	2,076 s
T	0,237841423 s
Se 0<T1<Tb	
1-(T1/Tb)	-0,580131697
mu	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744
T1/Tb	1,580131697
T1/Tb*(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905853
Se(T)	0,245910788 g
Se Tb<T1<Tc	
Se(T)	0,2211615 g
Se Tc<T1<Td	
Se(T)	0,4198919 g
Se T1>Td	
Se(T)	3,665028458 g

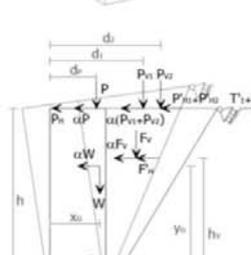
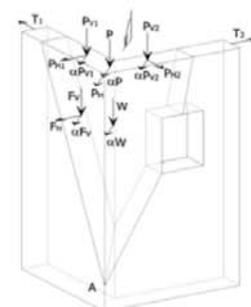
1) Determinazione della pseudoaccelerazione
Ordinata spettro di progetto in funzione di T1
Se(T) 0,2211615

CALCOLO

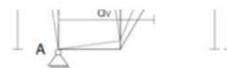
Materiale	Muratura in mattoni pieni
Peso specifico	1800 kg/m ³
B	0,25 m
H	6,36 m
Lo	1,5 m
Spessore cuneo	0,25 m
A cuneo	9,54 m ²
A	19,08 m ²
W	8586 kg
Pv1	764,4318182 kg
Pv2	764,4318182 kg
Ph1	347,0932378 kg
Ph2	347,0932378 kg
Fv	885,8662093 kg
T1	0 kg
T2	0 kg
Fh	0 kg
Carichi totali	11000,72985 kg
f _d	12 kg/cm ²
L	150 cm
b1	25 cm
t	4,074344387 cm
yg	6,36 cm
h	636 cm
hv	336 cm
d1	100 cm
d2	100 cm
dv	12,5 cm
Ms	772927,3703 kg*cm
(W/Fv/Pv)*h	1026964,233 kg*cm
(Fh/Ph)*h	441502,5985 kg*cm
Ms totale	772927,3703 kg*cm
(W/Fv/Ps)*h totale	1026964,233 kg*cm
(Fh)*h totale	441502,5985 kg*cm

Spessore del livello
Altezza del livello
Lunghezza del lato superiore del cuneo

m²
Area del muro senza considerare le finestre
Peso proprio muratura
Carichi verticale orizzontamenti (Solai o copertura) lungo un lato
Carichi verticale orizzontamenti (Solai o copertura) lungo l'altro lato
Carichi orizzontali orizzontamenti (Solai o copertura) lungo un lato
Carichi orizzontali orizzontamenti (Solai o copertura) lungo l'altro lato
Altri carichi verticali applicati
Tiro catene lungo un lato
Tiro catena lungo l'altro lato
Carichi orizzontali applicati
Somma dei pesi propri e dei carichi totali
Resistenza a compressione muratura
Lunghezza muro
Spessore muro
Arretramento della cerniera di rotazione
Distanza verticale cerniera del livello-baricentro del livello
Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv, Ph e T
Distanza verticale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Pv1
Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Pv2
Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
Momento stabilizzante



alfa	0,322722799	
M*	1704,448272 g	
e*	0,154939563	Frazione di massa partecipante
a*0	15,12027288 m/s ²	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	1	numero di orizzontamenti
gamma	1	
Hc	0,2 m	Altezza dalla fondazione della cerniera
Z	0,2 m	Baricentro delle linee di vincolo
H	8 m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
fi(Z)	0,025	
Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare		
ag(Pvr)*S/q	0,87465 m/s ²	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,027092284 m/s ²	VERO



FATTORE DI CONFIDENZA

Level of knowledge (LC)	Description	Confidence factor (Pc)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geological data - Mechanical properties obtained from test data - Limited material and constructive details on site inspection	1,38
LC2	- Limited inspections on ground and foundation, presence of geological data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1,2
LC3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

Fc 1,35

3) FLESSIONE VERTICALE DI PARETE

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura
Vedere anche Travilog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta con formazione di una cerniera cilindrica orizzontale che divide la parete in due blocchi ed è descritto dalla rotazione reciproca degli stessi attorno a tale asse per azioni fuori dal piano.

Condizioni di vincolo della parete interessata dal meccanismo:

- Trattamento efficace in testa alla parete;
- Carenza di collegamento alle pareti ortogonali.

Carenze e vulnerabilità associate al meccanismo:

- Snellezza eccessiva delle pareti;
- Muratura a sacco o paramenti mal collegati;
- Spinte orizzontali localizzate (archi, volte);
- Orizzontamenti intermedi mal collegati.

Sintomi che manifestano l'avvenuta attivazione del meccanismo:

- Spanciamenti e fuori piombo della parete;
- Lesioni orizzontali e verticali;
- Sfilamento delle travi degli orizzontamenti intermedi.

Differenti varianti del meccanismo

- La flessione verticale può coinvolgere:
- uno o più livelli della parete, in relazione alla presenza di collegamento ai diversi orizzontamenti;
 - l'intero spessore del muro o il solo paramento esterno, in relazione alle caratteristiche della struttura muraria;
 - diverse geometrie della parete, in relazione alla presenza di discontinuità o di aperture e spinte localizzate sulla parete.

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	fd	fvd0	E	G	W
Muratura in mattoni pieni	12	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/m ³
		0,6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città Trevenzuolo
Vn 50 anni

Classe d'uso II

PARAMETRI SISMICI

	SLV	
ag	0,119	g
F0	2,478	
Tc*	0,284	
Tr	475	

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV
Ss	1,5
Tb	0,15052
Tc	0,45156
Td	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Categoria	T1
St	1
Categoria di sottosuolo	C

Spettro di risposta e parametri

T1

q 2 Valore assunto per i meccanismi

Parametri dipendenti	
S	1,5
mu	0,5
Tb	0,15052 s
Tc	0,45156 s
Td	2,076 s
T	0,237841423 s

Se 0<T1<Tb

1-(T1/Tb)	-0,580131697
mu	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744
T1/Tb	1,580131697
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953

Se Tb<T1<Tc

Se(T)	0,245910788 g
-------	---------------

Se Tc<T1<Td

Se(T)	0,2211615 g
-------	-------------

Se T1>Td

Se(T)	0,4198919 g
-------	-------------

Se(T) 3,665028458 g

1) Determinazione della pseudoaccelerazione

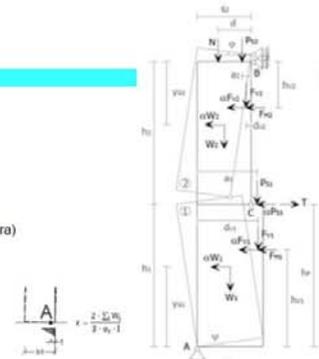
Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T) 0,2211615

CALCOLO

	Livello1	Livello2
Materiale	Muratura in mattoni pieni	
Peso specifico	1800	1800 kg/m ³
B	0,25	0,25 m
H	3,36	3 m
L	16,5	16,5 m
A	44	33,6 m ²
W	19800	15120 kg
Ps	18445	8408,75 kg
Fv	0	0 kg
N	0	0 kg
T	4000	0 kg
Fh	0	694,1864757 kg
Carichi totali	38245	23528,75 kg
fd	12	12 kg/cm ²
L	1650	1650 cm
b1	25	25 cm
t	1,287710438	0 cm
yg	168	150 cm
h	336	0 cm
hv	336	0 cm
dh	12,5	12,5 cm
dv	12,5	12,5 cm
a1	12,5	12,5 cm
a2	12,5	12,5 cm
d		0 cm
Ms	810222,0833	1903985 kg*cm
(W/Fv/Ps)*h	9523920	2540160 kg*cm
Ms totale	2714187,083	kg*cm
(W/Fv/Ps)*h totale	12064080	kg*cm
alfa0	0,186852488	
M*	47439,52254	g

- Spessore del livello
- Altezza del livello
- Lunghezza del muro
- Area del muro senza considerare le finestre
- Peso proprio muratura
- Carichi verticale orizzontamenti (Solai o copertura)
- Altri carichi verticali applicati
- Carichi verticali di sommità
- Forza fissaggio doppio tavolato murature
- Carichi orizzontali applicati
- Somma dei pesi propri e dei carichi totali
- Resistenza a compressione muratura
- Lunghezza muro
- Spessore muro
- Arretramento della cerniera di rotazione
- Distanza verticale dall'alto(2) e dal basso(1) cerniera del livello-baricentro del livello
- Distanza verticale dall'alto(2) e dal basso(1) cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T
- Distanza verticale dall'alto(2) e dal basso(1) cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
- Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps
- Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh



e*	0,767956009	Frazione di massa partecipante	
a*0	1,575316299	m/s ²	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	1	numero di orizzontamenti	
gamma	1		
Hc1	0,2	m	Altezza dalla fondazione della cerniera 1
Hc2	6,56	m	Altezza dalla fondazione della cerniera 2
Z	2,622434286	m	Baricentro delle linee di vincolo
H	8	m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
fi(Z)	0,327804286		
Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare			
ag(Pvr)*S/q	0,87465	m/s ²	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,355238669	m/s ²	VERO
DEVONO ESSERE ENTRAMBE VERE LE DISEQUAZIONI			

FATTORE DI CONFINENZA

Level of knowledge (LQ)	Description	Confidence factor (F _c)
LC1	- Limited inspections on ground and foundation, absence of geological data - Mechanical properties obtained from old data - Limited material and constructive details on site inspection	1.35
LC2	- Limited inspections on ground and foundations, presence of geological data - Limited on site testing on material mechanical properties - Extended material and constructive details on site inspection	1.2
LC3	- Extended and comprehensive inspections on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

F_c 1.35

3.1) FLESSIONE VERTICALE DI PARETE MONOLITICA - SINGOLO PIANO

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura

Vedere anche TraviLog Murature Cinematismi

Il meccanismo si manifesta con formazione di una cerniera cilindrica orizzontale che divide la parete compresa tra due solai successivi in due blocchi ed è descritto dalla rotazione reciproca degli stessi attorno a tale asse per azioni fuori dal piano.

CARATTERISTICHE MATERIALI

MATERIALI COSTRUTTIVI

MATERIALE	fd	f _v /d ₀ kg/cm ²	E kg/cm ²	G kg/cm ²	W kg/m ³
Muratura in mattoni pieni	12	0.6	15000	5000	1800

LOCALIZZAZIONE

Città Trevenzuolo

V_n 50 anni

Classe d'uso II

PARAMETRI SISMICI

	SLV	
ag	0,119	g
F ₀	2,478	
T _c *	0,284	
Tr	475	

PARAMETRI RIFERITI ALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENO

	SLV
S _s	1,5
T _b	0,15052
T _c	0,45156
T _d	2,076

CATEGORIA TOPOGRAFICA

Categoria T1

St 1

Categoria di sottosuolo C

Spettro di risposta e parametri T1

q 2 Valore assunto per i meccanismi

Parametri dipendenti

S	1,5
mu	0,5
T _b	0,15052 s
T _c	0,45156 s
T _d	2,076 s
T	0,237841423 s
Se 0<T1<Tb	
1-(T1/Tb)	-0,580131697
mu	0,5
1/(mu*F0)	0,807102502
1-(T1/Tb)*1/(mu*F0)	-0,468225744
T1/Tb	1,580131697
T1/Tb+(1-(T1/Tb)*1/(mu*F0))	1,111905953

Se(T) 0,245910788 g

Se Tb<T1<Tc Se(T) 0,2211615 g

Se Tc<T1<Td Se(T) 0,4198919 g

Se T1>Td Se(T) 3,665028458 g

1) Determinazione della pseudoaccelerazione

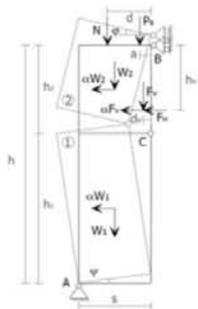
Ordinata spettro di progetto in funzione di T1

Se(T) 0,2211615

CALCOLO

	Livello1	
Materiale	Muratura in mattoni pieni	
Peso specifico	1800	kg/m ³
B	0,25	m
H	6,36	m
L	16,5	m
A	77,6	m ²
W	34920	kg
Ps	8408,75	kg
Fv	18445	kg
N	0	kg
Fh	694,1864757	kg
Carichi totali	61773,75	kg
fd	12	kg/cm ²
L	1650	cm
b1	25	cm
t	2,079924242	cm
H1	4,152403539	m
H2	2,207596461	m
yg	318	cm
h	636	cm
hv	336	cm
dh	12,5	cm
dv	12,5	cm
a	12,5	cm
d	12,5	cm
mu	2,880961314	

Spessore del livello
 Altezza del livello
 Lunghezza del muro
 Area del muro senza considerare le finestre
 Peso proprio muratura
 Carichi verticale orizzontamenti (Solai o copertura)
 Altri carichi verticali applicati
 Carichi verticali di sommità
 Carichi orizzontali applicati
 Somma dei pesi propri e dei carichi totali
 Resistenza a compressione muratura
 Lunghezza muro
 Spessore muro
 Arretramento della cerniera di rotazione
 Altezza concio inferiore
 Altezza concio superiore
 Distanza verticale dall'alto(2) e dal basso(1) cerniera del livello-baricentro del livello
 Distanza verticale dall'alto(2) e dal basso(1) cerniera del livello-punto di applicazione Ps e T
 Distanza verticale dall'alto(2) e dal basso(1) cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh
 Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Ps
 Distanza orizzontale cerniera del livello-punto di applicazione Fv e Fh



alfa0min	0,300096631	
W1	22799,04585 kg	
W2	12120,95415 kg	
M*	40134,2522 g	
e*	0,64969752	Frazione di massa partecipante
a*0	3,3530669 m/s^2	Accelerazione sismica spettrale di attivazione del meccanismo
N	1	numero di orizzontamenti
gamma		
Hc1	0,2 m	Altezza dalla fondazione della cerniera 1
Hc2	6,56 m	Altezza dalla fondazione della cerniera 2
Z	2,407596461 m	Baricentro delle linee di vincolo
H	8 m	Altezza della costruzione rispetto alla fondazione
fi(Z)	0.300949558	

Verifiche secondo l'Analisi cinematica lineare

ag(Pvr)*S/q	0,87465 m/s^2	VERO
Se(T1)*Fi(Z)*gamma/q	0,326136432 m/s^2	VERO

FATTORE DI CONFINENZA

Level of knowledge (L ₁)	Description	Confidence factor (β)
L1	- Limited inspection on ground and foundation, absence of geologic data - Mechanical properties assessed from test data	1,35
L2	- Limited material and constructive details on site inspection - Limited inspection on ground and foundation, absence of geological data - Limited on site testing on material mechanical properties	1,2
L3	- Extended material and constructive details on site inspection - Extended and comprehensive inspection on ground and foundation - Extended on site testing on material mechanical properties - Comprehensive material and constructive details on site inspection	1

Fc 1,35

CALCOLO TIRO CATENA

Vedere anche File Excel Meccanismi locali muratura

VANNO SVOLTE TRE VERIFICHE

1. meccanismo di rottura relativo allo snervamento dei tiranti (T₁);
2. meccanismo di rottura relativo al punzonamento della muratura nelle zone di ancoraggio (T₂);
3. meccanismo di rottura relativo alla resistenza del muro nei confronti della penetrazione dell'ancoraggio, dovuta ad eccesso di pressione di contatto (T₃).

CARATTERISTICHE MATERIALI

MURATURA

MATERIALE	fd	fvd0	E	G	W
Muratura in mattoni pieni	12	0,6	15000	5000	1800

CATENA

ACCIAIO

Coefficienti di sicurezza

Gamma M0 1,05 Resistenza delle sezioni Classi 1-2-3-4
 Gamma M1 1,05 Resistenza all'instabilità delle membrature
 Gamma M1 1,1 Res. Int. Ponti stradali e ferroviari
 Gamma M2 1,25 Res. Nei riguardi della fratture delle sezioni tese indebolite da fori

Resistenze meccaniche

Per t <= 40 mm	fy (N/mm ²)	fu (N/mm ²)	fy (Kg/cm ²)	fu (Kg/cm ²)
S235	235	360	2350	3600
S275	275	430	2750	4300
S355	355	510	3550	5100
S450	440	550	4400	5500
Per 40 mm < t <= 80 mm	fy (N/mm ²)	fu (N/mm ²)	fy (Kg/cm ²)	fu (Kg/cm ²)
S235	215	360	2150	3600
S275	255	410	2550	4100
S355	335	470	3350	4700
S450	410	550	4100	5500

AZIONE SOLLECITANTE

T 4000 kg

Verificare nei meccanismi locali quale è il Tiro della catena (T) necessario per equilibrare il meccanismo e inserirlo in questo foglio come N (azione sollecitante) per le verifiche dei vari elementi componenti il tirante

N 4000 kg

VERIFICA SNERVAMENTO CATENA

Diametro catena 2 cm
 A 3,14 cm²
 N sollecitante 4000 Kg
 fy 2750 Kg/cm² S275
 Gamma M0 1,05
 T1 8223,809524 Kg

N1/Ns 2,055952381 VERO

VERIFICA PUNZONAMENTO E COESIONE DELLA MURATURA

Resistenza a trazione Tm,a e taglio Tm,t della muratura

fcd 0,9 kg/cm²
 l 45 cm

In caso di capochiave circolare

Diametro capochiave 25 cm
 Tm,a 8901,9 kg
 fv,d,0 0,6 kg/cm²
 Tm,t 5934,8 kg
 Tm 5934,8 kg

N1/Ns 1,48365 VERO

In caso di capochiave rettangolare

a 20 cm
 b 20 cm
 Tm,a 10530 kg
 Tm,t 7020 kg
 Tm 7020 kg

N1/Ns 1,755 VERO

In caso di capochiave a paletto

b 10 cm
 a 50 cm
 Tm,a 12150 kg
 Tm,t 8100 kg
 Tm 8100 kg

N1/Ns 2,025 VERO

RESISTENZA DEL CAPOCHIAVE

In caso di capochiave circolare

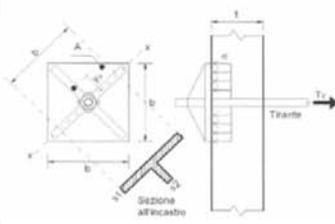
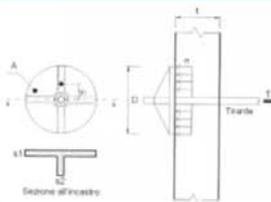
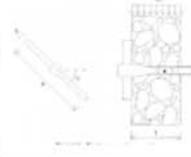
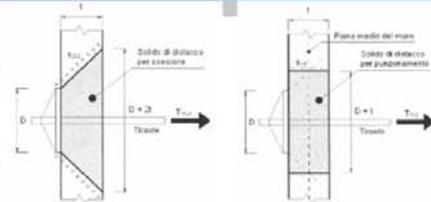
N (Tc) 4000 kg
 D 25 cm
 M 10615,71125 kg*cm
 T 2000 kg
 Altezza fazzoletto dal capochiave 6 cm
 Spessore capochiave 1 cm
 Spessore fazzoletto 1 cm
 W 8,166666667 cm³
 A 7 cm²
 Sigma 1299,883011 kg/cm²
 Tau 285,7142857 kg/cm²
 Sigmoid 1390,896781 Kg/cm²

C 1,882992104 VERO

In caso di capochiave rettangolare

N (Tc) 4000 kg
 a 20 cm
 b 20 cm
 M 9428,090416 kg*cm
 V 2000 kg
 Altezza fazzoletto dal capochiave 6 cm
 Spessore capochiave 1 cm
 Spessore fazzoletto 1 cm
 W 8,168888889 cm³
 A 7 cm²
 Sigma 1154,460051 kg/cm²
 Tau 285,7142857 kg/cm²
 Sigmoid 1256,055719 Kg/cm²

C 2,095136495 VERO



In caso di capochiave a paletto		
N (Tc)	4000 kg	
b	10 cm	
a	50 cm	
M	25000 kg/cm	
T	2000 kg	
Spessore capochiave	2,5 cm	
W	10,41666667 cm ³	
A	25 cm ²	
Sigma	2400 kg/cm ²	
Tau	80 kg/cm ²	
Sigmaid	2403,996672 Kg/cm ²	
C	1,089455593	VERO

VERIFICA PENETRAZIONE DELL'ANCORAGGIO NEL MURO

Sigmat	12 kg/cm ²
N	4000 kg

In caso di capochiave circolare

Diametro capochiave	25 cm
T	5887,5 kg

Nr/Ns 1,471875 VERO

In caso di capochiave rettangolare

a	20 cm
b	20 cm
T	4800 kg

Nr/Ns 1,2 VERO

In caso di capochiave a paletto

b	10 cm
a	50 cm
T	6000 kg

Nr/Ns 1,5 VERO

DEFORMAZIONE DEI TIRANTI

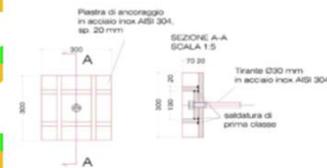
Deformazione elastica		
l	1650 cm	Lunghezza tirante
Sigma	1273,88535 kg/cm ²	Storzo tirante
E	2100000 kg/cm ²	
Deformazione		
Deltal	1,000909918 cm	
Deltalamm	2,160714296 cm	
C	2,15875	VERO

Deformazione plastica

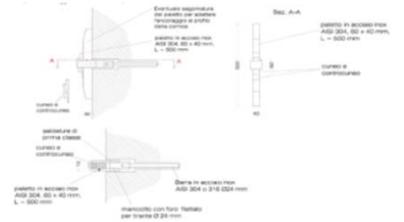
Deltalpmx	16,5 cm
-----------	---------

Muratura in mattoni pieni

Particolare tipo: piastra rettangolare ad incasso di ancoraggio barre ø30 mm



Particolare tipo: capochiave a paletto di ancoraggio barre ø24 mm



MODULI DI ELASTICITA' SECANTI

fk	24 Kg/cm ²	Da Analisi dei carichi	
E	15000 Kg/cm ²	1000*fk	Modulo di elasticità normale secante
G	5000 Kg/cm ²	0,4*E	Modulo di elasticità tangenziale secante

Resistenza di progetto muratura

fk	24 Kg/cm ²	
Gammam	2	
fd	12 Kg/cm ²	Compressione
lvd	0,5 Kg/cm ²	Taglio

Tensioni limite in campo elastico (Tensioni ammissibili)

Gamma	1,5	
Sigma	8 Kg/cm ²	Compressione
Tau0	0,333333333 Kg/cm ²	Taglio in assenza di carico normale

In presenza di carico normale

Sigman	Kg/cm ²
Tau	0,333333333 Kg/cm ²

PESO SPECIFICO

W	1800 kg/m ³
---	------------------------

CARATTERISTICHE MURATURA COMPOSTA DA ELEMENTI ARTIFICIALI

MALTE

fm-	25 Kg/cm ²	2,5 N/mm ²	Resistenza media a compressione malta	
Classe	M2,5	M5	M10	M15
Kg/cm ²	25	50	100	150

d=resistenza > 250Kg/cm² dichiarata dal produttore

RESISTENZA A COMPRESSIONE

Per murature in elementi artificiali

Valori di fk per murature in elementi artificiali pieni o semipieni (Kg/cm²)

Resistenza caratteristica a compressione elemento fbk	TIPI DI MALTA			
	M15	M10	M5	M2,5
20	12	12	12	12
30	22	22	22	20
50	35	34	33	30
75	50	45	41	35
100	62	53	47	41
150	82	67	60	51
200	97	80	70	61
300	120	100	86	72
400	143	120	104	-

RESISTENZA A TAGLIO IN ASSENZA DI TENSIONI NORMALI

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica elemento a compressione fbk	Classe di malta	Valori di fv0
Laterizio pieno o semipieno	fk>150	M10-M-M20	3
=	75<fk<150	M5-M-M10	2
=	fk<=75	M2,5-M-M5	1
Calcestruzzo, silicato di calcio, Cemento autoclavato	fk>15	M10-M-M20	2
	75<fk<150	M5-M-M10	1,5
Pietra naturale squadrata	fk<=75	M2,5-M-M5	1

RESISTENZA A TAGLIO IN PRESENZA DI TENSIONI DI COMPRESSIONE

fvk0	1 Kg/cm ²	Resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali
Sigman	Kg/cm ²	Tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica
fvk-fvk0>0,4*Sigman	1 Kg/cm ²	

MODULI DI ELASTICITA' SECANTI

fk	24 Kg/cm ²		
E	15000 Kg/cm ²	1000*fk	Modulo di elasticità normale secante
G	5000 Kg/cm ²	0,4*E	Modulo di elasticità tangenziale secante

Resistenza di progetto muratura

fk	24 Kg/cm ²	
Gammam	2	
fd	12 Kg/cm ²	Compressione
lvd	0,6 Kg/cm ²	Taglio

Tensioni limite in campo elastico (Tensioni ammissibili)

Gamma	1,5	
Sigma	8 Kg/cm ²	Compressione
Tau0	0,4 Kg/cm ²	Taglio in assenza di carico normale

In presenza di carico normale

Sigman	Kg/cm ²
Tau	0,4 Kg/cm ²

PESO SPECIFICO

W	1800 kg/m ³
---	------------------------

CARATTERISTICHE COMPOSITO

2-Sistemi Impregnati in situ

Emat	45000 Kg/cm ²	Modulo di elasticità matrice	Epossidica	Vedere tabella Layer Prescrizioni
Efib	2700000 Kg/cm ²	Modulo di elasticità fibre	Vedere tabella Layer Prescrizioni	
bfib	10 cm	Larghezza tessuto di fibre		
tfibtot	0,0167 cm			
Numero strati	1	Massimo cinque strati		
tfibtot	0,0167 cm	Spessore tessuto di fibre	Scheda Tecnica	
Afib	0,167 cm ²	Area delle fibre	Scheda Tecnica	
Amat	0 cm ²	Area della matrice	Se non specificate vedi sotto	
Af=Afib	0,167 cm ²	Area totale composito		
tf	0,0167 cm			
V(%)	1	Frazione volumetrica delle fibre		
Ef	2700000 Kg/cm ²	Modulo di elasticità composito		
ffib	27000 Kg/cm ²	Tensione di rottura fibre		
fmat	800 Kg/cm ²	Tensione di rottura matrice		
ffd	27000 Kg/cm ²	Tensione di rottura composito		
Epsilonfu	0,01			

PDF FRP cls-murature pagine 13-14

Determinazione di Afib

Tessuti bidirezionali non bilanciati (tessuti che presentano numero diverso di fili nelle due direzioni)

$$A_{fb} = \frac{N_1 \cdot N_2}{10^4} \cdot \rho_{fb} \cdot b_f \cdot b_m$$

essendo N_1 il titolo del filato, espresso in Tex [$\mu\text{g}/\text{m}$], N_2 il numero di filati per unità di larghezza [m^{-1}], ρ_{fb} la densità delle fibre [g/cm^3], b_f la larghezza del nastro di tessuto [mm].

in assenza per il materiale il valore medio dei dati riportati in tabella. Se il valore medio delle prove è superiore al valore massimo riportato in tabella, si assume il valore medio delle prove o il valore medio dei dati riportati in tabella, il terzo sottocaso si ha quando si dispone di una sola prova di carico ogni tipologia di materiale. Per questo sottocaso e relativamente alla stessa prova il valore della prova è inferiore al valore minimo riportato in tabella, si assume il valore della prova. Se il valore della prova è superiore al valore minimo riportato in tabella, si assume per il materiale il valore medio dei dati riportati in tabella (qualunque sia il valore della prova). Per i moduli elastici si assume il valore medio delle prove o il valore medio dei dati riportati in tabella, se si tratta in uno dei casi riportati in tabella A.1.3, per sicuri di moltiplicare solo la resistenza del materiale, mentre per altri si moltiplicano la resistenza che i moduli elastici.

	LC1	LC2	LC3
FC	1,35	1,20	1,00

Tabella A.1.2 - Fattori di confidenza relativi al livello di conoscenza

Se la muratura presenta caratteristiche migliori rispetto agli elementi valutazione della tabella A.1.1, è possibile incrementare la resistenza meccanica della muratura applicando i coefficienti migliorativi riportati in tabella A.1.3 e secondo le modalità riportate in tabella A.1.4 (la presenza del segno minuscolo indica che occorre applicare il coefficiente migliorativo ai componenti). Se si tratta in uno dei casi riportati in tabella A.1.3, per sicuri di moltiplicare solo la resistenza del materiale, mentre per altri si moltiplicano la resistenza che i moduli elastici.

La stessa Circolare dà anche indicazioni su come assumere il parametro meccanico della muratura in funzione dei tre livelli di conoscenza (LC1, LC2, LC3). Per LC1 si assume come resistenza media per il materiale ($f_{m,k}$) i valori medi riportati in tabella, mentre per i moduli elastici (E, G) si assumono i valori medi riportati sempre nella stessa tabella. Per LC2 occorre assumere i valori medi riportati sempre nella stessa tabella. Per LC3 occorre assumere i valori medi riportati sempre nella stessa tabella.

Tessuti bidirezionali bilanciati (tessuti che presentano numero uguale di fili nelle due direzioni)

$$A_{tb} = \frac{P_t}{2 \cdot \rho_{tb}} \cdot \frac{b_t}{10^3}, \text{ detta } P_t \text{ la massa del tessuto per unità di area (grammatura), espressa in } g/m^2.$$

Tessuti monodirezionali

$$A_{tb} = \frac{P_t}{\rho_{tb}} \cdot \frac{b_t}{10^3}$$

Talvolta per i soli tessuti unidirezionali o bidirezionali bilanciati si usa fare riferimento allo spessore di una lastra equivalente

$$t_e = \frac{A_{tb}}{b_t}$$

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA NEI CONFRONTI DEL DISTACCO DAL SUPPORTO

(1)P Nel rinforzo di paramenti murari mediante applicazione di lamine o tessuti di materiale composito il ruolo dell'aderenza tra muratura e composito assume grande importanza in quanto il meccanismo di rottura per distacco dal supporto è di tipo fragile e, dunque, indesiderabile. Nello spirito del criterio di gerarchia delle resistenze tale meccanismo di crisi non deve precedere lo schiacciamento anelastico della muratura.

CONSIDERAZIONI GENERALI E MODI DI COLLASSO

- 1) Distacco di estremità (end debonding)
- 2) Distacco intermedio (intermediate crack debonding) distacco a partire da giunti di malta o da fessure trasversali della muratura

(4) P Il contrasto esercitato da un sistema di rinforzo FRP nei confronti dell'allargamento di lesioni presenti nella muratura e di eventuali loro propagazioni è massimo quando la direzione delle fibre è ortogonale a quelle delle fessure.

1) RESISTENZA PER DISTACCO DI ESTREMITA'

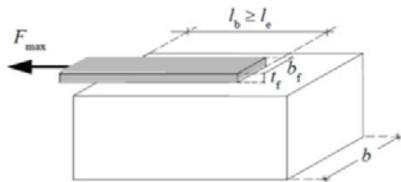


Figura 5-2 – Forza massima trasmissibile da un rinforzo di FRP.

gammard	1,5	Coefficiente di sicurezza della muratura	
FC	1,2	Fattore di confidenza	
Kg	0,0048 cm	0,048 mm	
• per una muratura di laterizio:		$k_G = 0.031$ mm;	
• per una muratura di tufo:		$k_G = 0.048$ mm;	
• per una muratura di calcarenite o pietra leccese:		$k_G = 0.012$ mm;	
bf	10 cm	100 mm	Larghezza del rinforzo
bd	12 cm	120 mm	Larghezza della zona di diffusione delle tensioni

In prima approssimazione, nel caso di muratura irregolare, la dimensione b_d può essere assunta pari al diametro medio delle pietre (Figura 5-3).

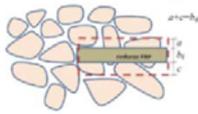


Figura 5-3 – Diffusione delle tensioni di aderenza.

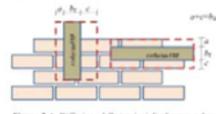


Figura 5-4 – Diffusione delle tensioni di aderenza nel caso di muratura regolare.

Invece, nel caso di muratura regolare, la dimensione b_d può porsi pari alla dimensione del blocco costituente il supporto in direzione ortogonale all'asse del rinforzo (Figura 5-4).

b	22 cm	220 mm	
kb	1,322875656	1,322875656	
su	0,04 cm	0,4 mm	
fbm	24 kg/cm ²	2,4 N/mm ²	Resistenza compressione muratura
ftm	2,4 kg/cm ²	0,24 N/mm ²	Resistenza trazione muratura
$f_{t,c}$	0,040159681 kg/cm	0,040159681 N/mm	
fbd	2,007984064 kg/cm ²	0,200798406 N/mm ²	
Ef	2700000 kg/cm ²	270000 N/mm ²	
tf	0,0167 cm	0,167 mm	
led	31,36883399 cm	313,6883399 mm	

(3) Con riferimento ad un distacco dal supporto che coinvolga lo strato superficiale della muratura e per lunghezze di ancoraggio maggiori o uguali a quella ottimale, la tensione di progetto del rinforzo nei riguardi del distacco di estremità vale:

gammfd	1,5	1,5
ffdd	2402,384482 kg/cm ²	240,2384482 N/mm ²
Fmax	401,1982086 kg	4011,982086 N
epsilon u	0,000889772	0,000889772

(4) Nel caso di lunghezze di ancoraggio, l_b , minori di quella ottimale, l_{ed} , la tensione di progetto deve essere opportunamente ridotta in accordo con la relazione:

lb	40 cm	400 mm
led	31,36883399 cm	313,6883399 mm
ffdd	2220,504584 kg/cm ²	222,0504584 N/mm ²
epsilon u	0,000822409	0,000822409

(6) Qualora il rinforzo non sia applicato direttamente sulla muratura ma su uno strato di regolarizzazione della superficie di incollaggio, da realizzare utilizzando malte a base epossidica, la verifica al distacco va effettuata all'interfaccia tra lo strato di regolarizzazione e la muratura sottostante, purché sia garantita la contemporanea reticolazione della resina epossidica della malta e della resina utilizzata per impregnare il tessuto di rinforzo. Per tali verifiche, salvo determinazioni più rigorose, è possibile ancora avvalersi delle formule (5.2)-(5.7).

A tale scopo, detti t_r ed E_r lo spessore medio ed il modulo elastico dello strato di regolarizzazione, lo spessore, t_b , ed il modulo elastico, E_b , del sistema omogeneizzato, costituito dal rinforzo e dallo strato di regolarizzazione, possono essere determinati per il tramite delle seguenti relazioni:

Er	22000 kg/cm ²	2200 N/mm ²	Scheda tecnica malta epossidica
tr	0,3 cm	3 mm	
th	0,3167 cm	3,167 mm	
Eh	163214,3985 kg/cm ²	16321,43985 N/mm ²	
bh	10,6 cm	106 mm	
kbh	1,028713968	1,028713968	
ffddh	$r_{a,h}$ 0,03122956 kg/cm	0,03122956 N/mm	
	119,6084538 kg/cm ²	11,96084538 N/mm ²	

2) RESISTENZA AL DISTACCO INTERMEDIO

alfa 1,5 (1.0 ≤ α ≤ 2.0).

In particolare, se la distanza dell'estremità libera è minore di 3·l_r, si può porre α=1.5.

ffd2	3603,576724 kg/cm ²	360,3576724 N/mm ²
------	--------------------------------	-------------------------------

3) SISTEMI DI ANCORAGGIO MECCANICO

(1)P La forza di distacco può essere incrementata fino al raggiungimento della crisi per trazione del composito fibrorinforzato utilizzando l'utilizzo di sistemi meccanici di ancoraggio.

(2) L'efficacia dei sistemi di ancoraggio meccanico deve essere comprovata mediante opportune prove sperimentali di progetto in grado di simulare l'effettivo meccanismo di funzionamento del sistema adottato.

(3) Le soluzioni tecnologiche di maggiore diffusione consistono in:

- serraggio del rinforzo mediante piastre metalliche ancorate alla muratura con tirafondi;
- inserimento di perni ortogonali all'asse del rinforzo eseguito con barre, corde e sfocchi, sia in fibra che in altro materiale;
- inserimento di una barra trasversale di ancoraggio in un intaglio ortogonale all'asse del rinforzo;
- applicazione di una striscia di fasciatura dell'elemento strutturale, ortogonale all'asse del rinforzo.

(4) Alcuni sistemi di ancoraggio meccanici, utilizzati in combinazione con lamine pultruse, permettono di esercitare un'azione di pretesione su queste ultime. In tal caso, ai fini delle verifiche di resistenza, deve essere tenuto in conto lo stato di presollecitazione presente nella lamina.

VERIFICHE DI ELEMENTI STRUTTURALI RICORRENTI

PANNELLI MURARI

1) AZIONI FUORI DAL PIANO

(1) Il collasso di pannelli fuori dal proprio piano rappresenta uno dei meccanismi più frequenti di crisi locale di tali elementi. Il meccanismo può essere dovuto a varie cause, fra le quali l'azione sismica, la spinta di archi e volte, difetti di verticalità dei pannelli. Può manifestarsi in varie forme:

- per ribaltamento semplice (§ 5.4.1.1.1);
- per flessione verticale (§ 5.4.1.1.2);
- per flessione orizzontale (§ 5.4.1.1.3).

1.1) RIBALTAMENTO SEMPLICE

I maggiori benefici e la maggiore efficacia dell'intervento nei riguardi del ribaltamento semplice si conseguono cerchiando completamente, quando possibile, la fabbrica muraria. Particolare cura va posta nell'arrotondamento degli spigoli al fine di ridurre le concentrazioni di tensioni che qui si mobilitano, come specificato nel § 5.8.2.2.

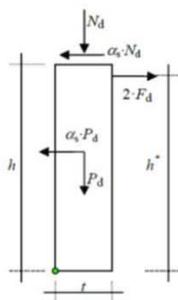


Figura 5-5 – Schema di calcolo per il meccanismo di collasso di ribaltamento semplice.

- P_d peso proprio del pannello,
- N_d sforzo normale agente sulla sommità del pannello,
- α rapporto tra l'intensità dei carichi orizzontali e quella dei carichi verticali,
- F_d sforzo nel rinforzo di FRP.

SI POSSONO VERIFICARE TRE MECCANISMI (FIGURA SOTTO)

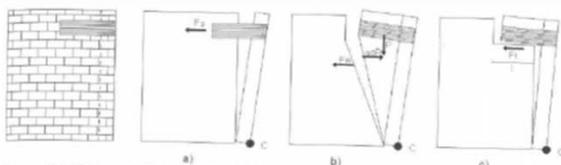


Figura 7.2.137 – a) Rottura FRP; b) Rottura della parete ortogonale; c) Rottura per

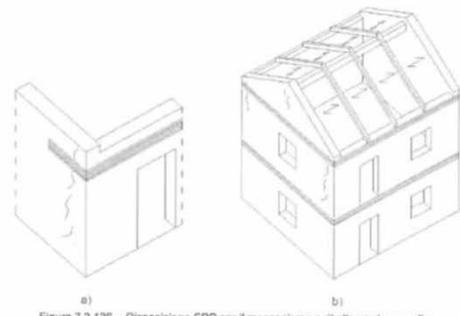


Figura 7.2.136 – Disposizione FRP per il meccanismo a ribaltamento semplice

scorrimento

MECCANISMO 1 distacco del composito dal supporto (delaminazione)

l	16,5 m	Lunghezza pannello murario
t1	0,25 m	Spessore pannello murario che si rebalta
t2	0,25 m	Spessore pannello murario ortogonale
h	6,36 m	Altezza pannello murario
Pd	47223 kg	
Nd	8408,75 kg	
ag	0,119	Accelerazione SLU
S	1,5	Parametro dipendente spettro di risposta
q	2	Fattore di struttura
alfa0	0,08925	
h*	6,36 m	Distanza di applicazione fibre dal piede del pannello
Fd	335,5123434 kg	
Frd	401,1982086 kg	
Fd<=Frd	VERO	
alfa	0,092	
	1,057063842	deve essere uguale a 1

E' possibile prevedere dei connettori e allora è necessario mettere il composito anche nella parte interna del muro e quindi FRd= 4509

MECCANISMO 2 distacco di parte del muro ortogonale (meccanismo di ribaltamento composito)

la>le	300 cm	Lunghezza di ancoraggio del composito lungo il muro ortogonale
	3 m	
fvd0	0,5 kg/cm ²	
fctd	0,75 kg/cm ²	Resistenza di calcolo a trazione della muratura
Fa	5962,5 kg	
yFa	424 cm	
Sigma0	0,203848485 kg/cm ²	
fvd	0,581539394 kg/cm ²	
Ft	2753,172727 kg	
YFt	423,722504 cm	
F	2753,172727 kg	
Y (a cui corrisponde la Fmin)	423,722504 cm	
P3	4293 kg	
Ms	801661,7818 kg*cm	
Mrd	1166581,242 kg*cm	
Ms<=Mrd	VERO	
alfa	0,1009	
	1,100425504	deve essere uguale a 1

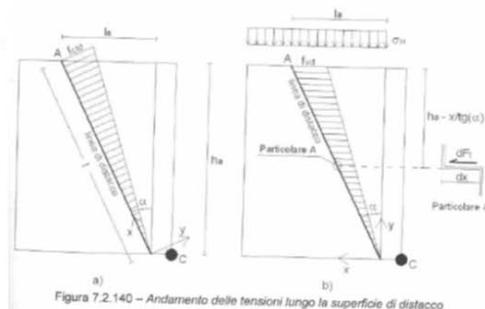
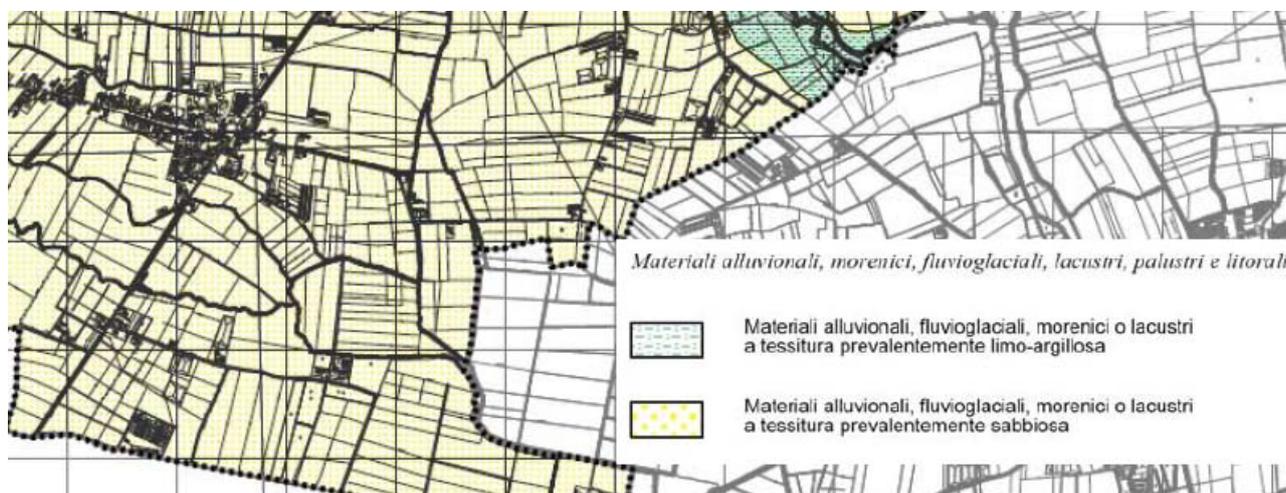


Figura 7.2.140 – Andamento delle tensioni lungo la superficie di distacco

MECCANISMO 3 scorrimento della muratura

Ft	4361,545455 kg	
ht	6,36 m	
Ms	16934,37109 kg*cm	
Mrd	27739,42909 kg*cm	
Ms<=Mrd	VERO	
alfa	0,14	
	1,044259982	deve essere uguale a 1
alfa min	0,092	
alfa0	0,08925	
C	1,030812325	

RELAZIONE GEOTECNICA E INQUADRAMENTO SISMICO DELL'OPERA



ag del sito

0,119

1) Magnotudo attesa < 5

4,461561877

1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Eurocodice 7 - *"Progettazione geotecnica"* - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

2 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

4.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Dati generali analisi sismica											
Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir _{Temp}	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]
0	100	-	muOld	X Y	[C-P/MP] [C-P/MP]	S	-	C	SI	NO	5

LEGENDA:

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Media - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti- [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiate monopiano;
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [C-P/MP] = muratura in pietra e/o mattoni pieni - [C-BAS] = muratura in blocchi artificiali con percentuale di foratura > 15%;
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- EcA** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- Ir_{Temp}** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.T.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.
- RP** Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- ξ** Coefficiente viscoso equivalente.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

FATTORI DI COMPORTAMENTO

Fattori di comportamento						
Dir	q'	q	q ₀	K _R	α _u /α ₁	k _w
X	-	2,250	2,25	0,75	1,50	-
Y	-	2,250	2,25	0,75	1,50	-
Z	-	1,500	-	-	-	-

LEGENDA:

Fattori di comportamento

Dir	q'	q	q ₀	K _R	α _w /α ₁	k _w
q'	Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU ridotto (Fattore di comportamento ridotto - relazione C7.3.1 circolare NTC)					
q	Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).					
q ₀	Valore di base (comprensivo di k _w).					
K _R	Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza : pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza, 0,8 per costruzioni non regolari in altezza, e 0,75 per costruzioni in muratura esistenti non regolari in altezza (§ C8.5.5.1)..					
α _w /α ₁	Rapporto di sovraresistenza.					
k _w	Fattore di riduzione di q ₀ .					

PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Parametri per la definizione dell'azione sismica

Stato Limite	T _r	a _g /g	Amplif. Stratigrafica		F ₀	T* _c	T _B	T _c	T _D
			S _s	C _c					
	[t]					[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	30	0,0356	1,500	1,723	2,518	0,223	0,128	0,384	1,742
SLD	50	0,0444	1,500	1,638	2,516	0,260	0,142	0,426	1,777
SLV	475	0,1195	1,500	1,587	2,476	0,286	0,151	0,454	2,078
SLC	975	0,1576	1,465	1,587	2,484	0,286	0,151	0,454	2,230

LEGENDA:

- T_r Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a_g/g Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S_s Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C_c Coefficienti di Amplificazione di T_c allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F₀ Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T*_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_B Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.
- T_c Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.
- T_D Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

DATI DEL SITO E DELL'OPERA

Dati del sito e dell'opera

CI Ed	V _N	V _R	Lat.	Long.	Q _g	CTop	S _T
	[t]	[t]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
2	50	50	45.269722	10.933611	31	T1	1,00

LEGENDA:

- CI Ed Classe dell'edificio
- V_N Vita nominale ([t] = anni).
- V_R Periodo di riferimento. [t] = anni.
- Lat. Latitudine geografica del sito.
- Long. Longitudine geografica del sito.
- Q_g Altitudine geografica del sito.
- CTop Categoria topografica (Vedi NOTE).
- S_T Coefficiente di amplificazione topografica.
- NOTE [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.
- Categoria topografica.
- T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i <= 15°.
- T2: Pendii con inclinazione media i > 15°.
- T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° <= i <= 30°.
- T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°.

3 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette.

4 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,00	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

4.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

c = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$ = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

γ = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione;

B' = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);

L = lunghezza della fondazione;

γ_f = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s, d, i, g, b, ψ, r = coefficienti correttivi.

NB: Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot e_B$$

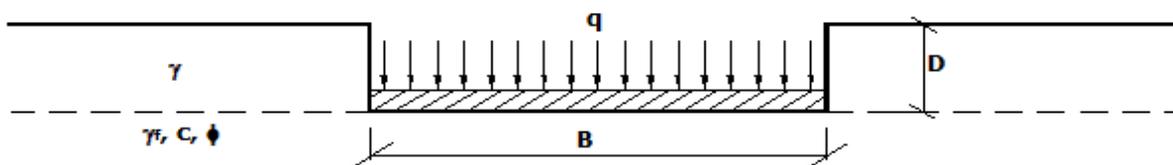
e_B = eccentricità parallela al lato di dimensione B ;

$$L' = L - 2 \cdot e_L$$

e_L = eccentricità parallela al lato di dimensione L ;

con $B' \leq L'$.

dove:



Calcolo dei fattori N_c, N_q, N_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$$k_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \text{ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;}$$

ϕ = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

ω = angolo di inclinazione del piano campagna.

Calcolo dei fattori di forma s_c, s_q, s_γ

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B'}{N_c \cdot L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

con $B'/L' < 1$.

Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa d_c, d_q, d_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg \left(\frac{D}{B'} \right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$d_c = 1 + 0,4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

Calcolo dei fattori di inclinazione del carico i_c, i_q, i_γ

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B}$$

se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

se la forza H forma un angolo θ con la direzione longitudinale della fondazione

Terreni coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni incoerenti ($c = 0, \phi \neq 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

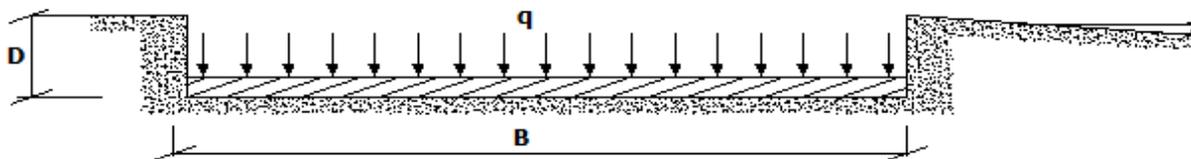
Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna b_c, b_q, b_γ

Indicando con ω la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\omega < \phi; \quad \omega < 45^\circ.$$



Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa g_c, g_q, g_γ

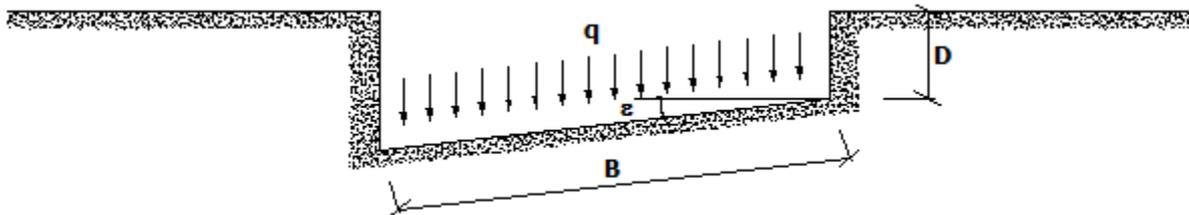
Indicando con ϵ la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
---	---

$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\varepsilon < 45^\circ$$



Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento ψ_c , ψ_q , ψ_γ

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E= modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

ν = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

σ = tensione litostatica alla profondità $D+B/2$.

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento ψ_c , ψ_q , ψ_γ sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidità I_r si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[\left(3,3 - 0,45 \frac{B}{L} \right) \cot \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0$, $\phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0$, $\phi \neq 0$)
$\psi_c = 0,32 + 0,12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0,6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\psi_q = 1$	$\psi_q = e^{\left\{ \left(0,6 \frac{B'}{L'} - 4,4 \right) \tan \phi + \frac{3,07 \cdot \sin \phi \cdot \text{Log}(2I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\psi_\gamma = 1$	$\psi_\gamma = \psi_q$

Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine " $B \cdot N_\gamma$ ", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione r_γ :

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente r_γ al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2,5	3	3,5	4	5	10	20	100
r_γ	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine " $B \cdot N_\gamma$ " è predominante.

Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

c_u = coesione non drenata;

γ_{sat} = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

N.B: Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito ϕ sia nullo ($\phi = 0$).

4.2 Fattori correttivi al carico limite in presenza di sisma

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (**effetto cinematico**) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (**effetto inerziale**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

z_c, z_q, z_γ = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

c_γ = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente N_γ in funzione del coefficiente sismico K_{hk} che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico c_γ è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0.45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$, altrimenti $c_\gamma = 0$

Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale z_c, z_q, z_γ

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di **Paolucci - Pecker** attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ($c \neq 0, \phi = 0$)	Terreni dotati di attrito e coesione ($c \neq 0, \phi \neq 0$)	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	se $z_c > 0$ altrimenti $z_c = 0$
	$z_\gamma = z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0.35}$	se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$ altrimenti $z_\gamma = z_q = 0$

dove:

K_{hi} è ricavato dallo spettro di progetto allo SLV attraverso la relazione:

$$K_{hi} = S_S \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

i cui termini sono stati precedentemente precisati.

Si fa notare che il coefficiente sismico K_{hi} coincide con l'ordinata dello spettro di progetto allo SLU per $T = 0$ ed è indipendente dalle combinazioni di carico.

Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna $Q_{d,Rd}$, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza R_d , ossia il rapporto fra il carico limite q_{lim} (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza γ_R è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia Q_{Ed} e $Q_{d,Rd}$ è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "**per N_q , per N_c e per N_γ** ", relative ai "**Coef. Cor. Terzaghi**", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\begin{aligned} \text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q &= s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_{q,z} \\ \text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c &= s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_{c,z} \\ \text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma &= s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_{\gamma,z} \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot C_\gamma \end{aligned}$$

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p,cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	
Fondazione Muratura P3-P4	2,42	7,25	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,97	23,18	35,49	30,21	0,090	0,216	NO
Fondazione Muratura P15-P17	2,70	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,080	0,217	NO
Fondazione Muratura P16-P17	2,58	12,45	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,98	23,18	35,49	30,21	0,083	0,214	NO
Fondazione Muratura P13-P16	2,97	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,074	0,218	NO

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	Rtz	Z _{p.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Fondazione Muratura P14-P15	1,89	7,25	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,97	23,18	35,49	30,21	0,114	0,216	NO
Fondazione Muratura P4-P15	2,51	12,65	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,98	23,18	35,49	30,21	0,085	0,214	NO
Fondazione Muratura P12-P13	2,63	3,90	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,35	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,084	0,221	NO
Fondazione Muratura P11-P14	1,83	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,118	0,217	NO
Fondazione Muratura P2-P3	4,60	3,75	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,048	0,221	NO
Fondazione Muratura P13-P14	2,15	5,20	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,102	0,218	NO
Fondazione Muratura P8-P12	2,25	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,097	0,217	NO
Fondazione Muratura P9-P11	1,96	3,75	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,35	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,113	0,221	NO
Fondazione Muratura P3-P11	1,74	6,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,31	0,00	0,97	23,18	35,49	30,21	0,125	0,217	NO
Fondazione Muratura P6-P9	2,01	2,50	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,42	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,112	0,226	NO
Fondazione Muratura P1-P2	2,01	5,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,108	0,218	NO
Fondazione Muratura P8-P9	1,86	5,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,117	0,218	NO
Fondazione Muratura P5-P6	1,99	5,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,32	0,00	0,96	23,18	35,49	30,21	0,110	0,218	NO
Fondazione Muratura P2-P6	1,77	3,85	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,125	0,221	NO
Fondazione Muratura P1-P5	2,11	3,85	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,105	0,221	NO
Fondazione Muratura P5-P8	2,69	2,50	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,41	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,084	0,226	NO

LEGENDA:

- Id_{Fnd}** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- L_{x/y}** Dimensioni dell'elemento di fondazione.
- Rtz** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
- Z_{p.cmp}** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
- Z_{Fid}** Profondità della falda dal piano campagna.
- Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
- C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
- Terzaghi**
- hi** Carico di progetto sul terreno.
- Q_{Ed}** Resistenza di progetto del terreno.
- Q_{Rd}** Resistenza di progetto del terreno.
- R_f** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD																
Id _{Fnd}	CS	L _x	L _y	R _{tz}	Z _{p.cmp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Fondazione Muratura P3-P4	4,37	7,25	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,25	0,00	0,92	23,18	35,49	30,21	0,061	0,265	N O
Fondazione Muratura P15-P17	4,89	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,26	0,00	0,92	23,18	35,49	30,21	0,054	0,266	N O
Fondazione Muratura P16-P17	4,66	12,45	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,23	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,056	0,262	N O
Fondazione Muratura P13-P16	5,20	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,051	0,267	N O
Fondazione Muratura P14-P15	3,47	7,25	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,25	0,00	0,92	23,18	35,49	30,21	0,076	0,265	N O
Fondazione Muratura P4-P15	4,55	12,65	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,22	0,00	0,94	23,18	35,49	30,21	0,058	0,262	N O
Fondazione Muratura P12-P13	4,87	3,90	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,90	23,18	35,49	30,21	0,055	0,270	N O
Fondazione Muratura P11-P14	3,36	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,26	0,00	0,92	23,18	35,49	30,21	0,079	0,266	N O
Fondazione Muratura P2-P3	8,68	3,75	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,89	23,18	35,49	30,21	0,031	0,271	N O
Fondazione Muratura P13-P14	3,93	5,20	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,068	0,267	N O
Fondazione Muratura P8-P12	4,15	6,30	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,26	0,00	0,92	23,18	35,49	30,21	0,064	0,266	N O
Fondazione Muratura P9-P11	3,62	3,75	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,90	23,18	35,49	30,21	0,075	0,271	N O
Fondazione Muratura P3-P11	3,19	6,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,26	0,00	0,92	23,18	35,49	30,21	0,083	0,266	N O
Fondazione Muratura P6-P9	3,78	2,50	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,87	23,18	35,49	30,21	0,073	0,277	N O
Fondazione Muratura P1-P2	3,86	5,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,069	0,267	N O
Fondazione Muratura P8-P9	3,49	5,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,076	0,267	N O
Fondazione Muratura P5-P6	3,68	5,35	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,27	0,00	0,91	23,18	35,49	30,21	0,073	0,267	N O
Fondazione Muratura P2-P6	3,38	3,85	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,90	23,18	35,49	30,21	0,080	0,271	N O
Fondazione Muratura P1-P5	4,10	3,85	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,30	0,00	0,90	23,18	35,49	30,21	0,066	0,271	N O
Fondazione Muratura P5-P8	4,88	2,50	0,55	0,00	0,65	-	NON Coesivo	1,36	0,00	0,87	23,18	35,49	30,21	0,057	0,277	N O

Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id _{Fnd}	CS	L _X	L _Y	R _{tz}	Z _{p.comp}	Z _{Fid}	Cmp T	C. Terzaghi						Q _{Ed}	Q _{Rd}	R _f
								per N _q	per N _c	per N _γ	N _q	N _c	N _γ			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	

LEGENDA:

- Id_{Fnd}** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- L_{X/Y}** Dimensioni dell'elemento di fondazione.
- R_{tz}** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
- Z_{p.comp}** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
- Z_{Fid}** Profondità della falda dal piano campagna.
- Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
- C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
- Terzaghi**
- hi**
- Q_{Ed}** Carico di progetto sul terreno.
- Q_{Rd}** Resistenza di progetto del terreno.
- R_f** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

6 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione, F_d) e la resistenza (R_d), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza R_d della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

- 1) Componente dovuta all'attrito F_{RD1}, pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan \phi;$$

dove:

- N_d = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;
- φ = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

- 2) Componente dovuta all'adesione F_{RD2}, pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

- A' = superficie efficace della base della fondazione;
- c = coesione del terreno, pari alla coesione efficace (c') in condizioni drenate o alla coesione non drenata (c_u) in condizioni non drenate.

- 3) Componente dovuta all'affondamento F_{RD3} della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati. Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna F_{Rd}, di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento R_d, ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza γ_R relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza γ_R è stato assunto pari a **1,10** (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Sia nei "Tabulati di calcolo" che nella tabella seguente si riporta l'esito della suddetta verifica.

GEOTECNICA - VERIFICHE A SCORRIMENTO

Geotecnica - Verifiche a scorrimento									
Elm	Dir	N _{Ed} [N]	M _{Ed} [N·m]	V _{Ed} [N]	F _{RD1} [N]	F _{RD2} [N]	F _{RD3} [N]	F _{RD} [N]	CS
Fondazione Muratura P3-P4	B	235.192	4.542	-43.402	133604	0	31198	164802	3,80
	L	230.924	21.189	-49.026	131179	0	1076	132255	2,70
Fondazione Muratura P15-P17	B	170.556	4.999	-36.037	96887	0	27550	124437	3,45
	L	174.825	6.706	-39.714	99312	0	1091	100403	2,53
Fondazione Muratura P16-P17	B	331.838	-7.334	72.156	188505	0	53777	242282	3,36
	L	363.675	84.067	-67.230	206590	0	1080	207670	3,09
Fondazione Muratura P13-P16	B	182.231	-3.958	35.793	103519	0	26998	130517	3,65
	L	179.150	-948	-36.063	101768	0	1071	102840	2,85
Fondazione Muratura P14-P15	B	222.430	-4.359	43.392	126354	0	31054	157408	3,63
	L	219.956	23.326	-41.052	124949	0	1071	126020	3,07
Fondazione Muratura P4-P15	B	360.408	8.669	-75.626	204734	0	55672	260406	3,44
	L	432.806	-14.617	79.976	245861	0	1100	246961	3,09
Fondazione Muratura P12-P13	B	115.899	-2.143	23.038	65838	0	16391	82229	3,57
	L	110.974	-3.665	22.081	63040	0	1051	64091	2,90
Fondazione Muratura P11-P14	B	211.807	3.639	-35.548	120320	0	26832	147152	4,14
	L	212.317	15.347	-36.033	120609	0	1065	121674	3,38
Fondazione Muratura P2-P3	B	121.754	2.418	-21.321	69164	0	16169	85333	4,00
	L	135.846	182	-25.362	77169	0	1078	78247	3,09
Fondazione Muratura P13-P14	B	167.337	-2.958	29.795	95058	0	22578	117636	3,95
	L	165.583	-2.073	29.442	94062	0	1085	95147	3,23
Fondazione Muratura P8-P12	B	187.370	-4.229	35.548	106438	0	27606	134044	3,77
	L	207.073	5.907	-38.437	117631	0	1095	118726	3,09
Fondazione Muratura P9-P11	B	123.428	1.864	-21.338	70115	0	15562	85676	4,02
	L	126.312	6.317	22.172	71753	0	1037	72791	3,28
Fondazione Muratura P3-P11	B	218.167	4.329	-40.191	123933	0	27053	150986	3,76
	L	210.084	-7.592	36.316	119341	0	1065	120406	3,32
Fondazione Muratura P6-P9	B	80.546	-1.113	15.225	45755	0	10037	55792	3,66
	L	79.477	7.247	14.500	45148	0	1004	46152	3,18
Fondazione Muratura P1-P2	B	175.297	3.429	-31.881	99580	0	22803	122383	3,84
	L	185.423	-6.901	36.176	105332	0	1066	106398	2,94
Fondazione Muratura P8-P9	B	181.406	3.148	-31.876	103050	0	22633	125683	3,94
	L	170.403	-8.734	31.636	96800	0	1058	97857	3,09
Fondazione Muratura P5-P6	B	172.013	3.070	-31.897	97714	0	22026	119740	3,75
	L	169.305	-1.691	33.422	96176	0	1029	97205	2,91
Fondazione Muratura P2-P6	B	131.801	-2.203	25.007	74871	0	16004	90875	3,63
	L	123.022	-4.215	22.327	69884	0	1039	70923	3,18
Fondazione Muratura P1-P5	B	125.465	-3.044	25.048	71272	0	16726	87998	3,51
	L	129.494	2.753	23.580	73561	0	1086	74647	3,17
Fondazione Muratura P5-P8	B	78.715	-2.130	15.202	44715	0	10644	55360	3,64
	L	86.414	1.280	15.311	49089	0	1064	50153	3,28

LEGENDA:

Elm Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.

Geotecnica - Verifiche a scorrimento

Elm	Dir	N_{Ed}	M_{Ed}	V_{Ed}	F_{RD1}	F_{RD2}	F_{RD3}	F_{RD}	CS
		[N]	[N·m]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]
Dir	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.								
F_{RD1}	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.								
F_{RD2}	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.								
F_{RD3}	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.								
F_{RD}	Resistenza allo scorrimento.								
CS	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se $CS \geq 100$; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).								
N_{Ed}, M_{Ed}, V_{Ed}	Sollecitazioni di progetto.								

PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA

“Allegato alla relazione tecnica”

Commessa	Elaborato	Data 22 MARZO 2021	Agg.
58	PIANO DI MANUTENZIONE		

PREMESSA

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione.

1) MANUALE D'USO

FONDAZIONI SUPERFICIALI:

Descrizione: nuove opere di fondazione superficiale realizzate in conglomerato cementizio armato e casserato, realizzato secondo le prescrizioni individuate nelle tavole esecutive strutturali.

Collocazione: secondo le tavole esecutive strutturali.

Modalità d'uso: elementi strutturali per il trasferimento delle sollecitazioni dalle membrature superiori, al terreno di appoggio.

MURATURE PORTANTI:

Descrizione: nuove opere in elevazione realizzate in muratura portante secondo le prescrizioni individuate nelle tavole esecutive strutturali.

Collocazione: secondo le tavole esecutive strutturali.

Modalità d'uso: elementi strutturali per il trasferimento delle sollecitazioni dagli orizzontamenti e dalle membrature degli impalcati, al piano di fondazione.

TRAVI E MONTANTI DI ACCIAIO:

Descrizione: nuovi elementi orizzontali e verticali in acciaio atti al sostegno di orizzontamenti e di carichi puntuali, e all'incremento della rigidità della struttura, con caratteristiche riportate nelle tavole esecutive strutturali, e poste in opera secondo gli schemi esecutivi e particolari di giunzione e connessione individuati nei medesimi elaborati.

Collocazione: secondo le tavole esecutive strutturali.

Modalità d'uso: elementi strutturali per il trasferimento delle sollecitazioni dagli orizzontamenti e dalle membrature degli impalcati, al piano di fondazione.

CORDOLI, TRAVI, PILASTRI ED ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO:

Descrizione: nuove opere in conglomerato cementizio armato e casserato realizzate secondo le prescrizioni individuate nelle tavole esecutive strutturali.

Collocazione: secondo le tavole esecutive strutturali.

Modalità d'uso: elementi strutturali per il trasferimento delle sollecitazioni dagli orizzontamenti, dalle membrature e dai pannelli murari alle murature ed al piano di fondazione.

ELEMENTI LIGNEI:

Descrizione: nuove membrature in legno massiccio e lamellare secondo le prescrizioni individuate nelle tavole esecutive strutturali. Pannelli e orizzontamenti di sostegno realizzati in materiale ligneo secondo le specifiche riportate nelle tavole esecutive strutturali.

Collocazione: secondo le tavole esecutive strutturali.

Modalità d'uso: elementi strutturali per il trasferimento delle sollecitazioni dagli orizzontamenti e dalle membrature degli impalcati, alle strutture verticali e orizzontali dell'opera.

2) MANUALE DI MANUTENZIONE

FONDAZIONI SUPERFICIALI:

Cedimenti

Descrizione: Dissesti uniformi e/o differenziali con manifestazioni di abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Cause: Mutamenti delle condizioni del terreno dovuti a cause quali: variazione della falda freatica, rottura di fognature o condutture idriche in prossimità della fondazione, ecc. Mutamenti delle condizioni di carico applicate.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale; riduzione della stabilità a livello globale della struttura; lesioni all'elemento strutturale e/o alla sovrastruttura.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura, georesine, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Corrosione

Descrizione: Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.

Cause: Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con fessurazioni e crepe.

Cause: Ritiro; cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.

Effetto: Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisoriale, sottofondazioni locali.

Esecutore: Ditta specializzata.

Non perpendicolarità dell'edificio

Descrizione: L'edificio è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura da decidere dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

MURATURE PORTANTI:

Alterazione finitura superficiale

Descrizione: Mutamento del livello qualitativo della superficie del pannello murario con variazioni cromatiche, formazione di sostanze e/o efflorescenze, presenza di fori e porosità di grandezza e distribuzione irregolare e, in generale, aspetto degradato.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali; formazione di bolle d'aria, assenza di adeguato trattamento protettivo.

Effetto: Incremento delle porosità e rugosità della superficie con creazione di cavità fino alla perdita del ricoprimento.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, vernici, malte, idrorepellenti, resine e trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata/Utente.

Deposito superficiale

Descrizione: Accumulo di polvere e/o materiali estranei, anche di natura biologica, di spessore e consistenza variabili.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; condizioni termo igrometriche interne dannose; assenza di adeguato trattamento protettivo.

Effetto: Degradazione e decadimento dell'aspetto e della finitura superficiale dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, vernici, malte, idrorepellenti, e trattamenti specifici.

Esecutore: Utente.

Distacco o erosione

Descrizione: Disgregazione e distacco di parti del materiale dalla superficie dell'elemento strutturale, di forma e spessori irregolari e dimensioni variabili.

Cause: Variazioni di temperatura; penetrazione di acqua; cause esterne.

Effetto: Perdita del ricoprimento; ampliamento delle erosioni fino alla creazione di lesioni con perdita di resistenza nell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata.

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con la comparsa di fessure e crepe sulla superficie dell'elemento strutturale.

Cause: Ritiro, cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.

Effetto: Ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisoriale, elementi di sostegno.

Esecutore: Ditta specializzata.

Non perpendicolarità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale

Descrizione: L'elemento è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

TRAVI E MONTANTI DI ACCIAIO:

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata.

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata.

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

Cause: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata.

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata.

Non perpendicolarità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale

Descrizione: L'elemento è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata.

CORDOLI, TRAVI, PILASTRI ED ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO:

Corrosione

Descrizione: Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.

Cause: Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata.

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con fessurazioni e crepe.

Cause: Ritiro; cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.

Effetto: Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata.

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisionali, sottofondazioni locali.

Esecutore: Ditta specializzata.

Non perpendicolarità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale

Descrizione: L'elemento è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione

statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

ELEMENTI LIGNEI:

Fenomeni di deterioramento e degrado dei materiali, fessurazioni

Descrizione: Degrado che implica l'evolversi di processi chimici e fisici che portano alla corrosione della massa lignea, degli impregnanti protettivi e dei componenti.

Cause: Fenomeni chimici, umidità, infiltrazioni, azioni biologiche, calore, azioni lesive esterne, incrementi di carico.

Effetto: Distacco dei vari componenti, fessurazioni.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Non perpendicolarità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale

Descrizione: L'elemento è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Risorse necessarie: Opere di consolidamento della struttura da decidersi dopo indagini specifiche, opere di sostegno, opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata.

3) PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

3.1) SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI:

FONDAZIONI SUPERFICIALI:

Classe di requisiti:

Resistenza meccanica e stabilità: capacità dell'opera di sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali ma comunque prevedibili.

Durabilità: capacità di materiali e strutture di conservare le caratteristiche fisiche e meccaniche utilizzando materiali di ridotto degrado ovvero con dimensioni strutturali maggiorate necessarie a compensare il deterioramento prevedibile dei materiali durante la vita utile di progetto ovvero mediante procedure di manutenzione programmata.

Livello minimo delle prestazioni: Stabilito dal progettista in fase di progetto e dichiarato sulla relazione generale di progetto in funzione della concezione strutturale dell'opera, della vita utile stabilita per la struttura, delle condizioni ambientali, delle caratteristiche dei materiali messi in opera e delle dimensioni minime degli elementi.

MURATURE PORTANTI:

Classe di requisiti:

Resistenza meccanica e stabilità: capacità dell'opera di sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali ma comunque prevedibili.

Durabilità: capacità di materiali e strutture di conservare le caratteristiche fisiche e meccaniche utilizzando materiali di ridotto degrado ovvero con dimensioni strutturali maggiorate necessarie a compensare il deterioramento prevedibile dei materiali durante la vita utile di progetto ovvero mediante procedure di manutenzione programmata.

Livello minimo delle prestazioni: Stabilito dal progettista in fase di progetto e dichiarato sulla relazione generale di progetto in funzione della concezione strutturale dell'opera, della vita utile stabilita per la struttura, delle condizioni ambientali, delle caratteristiche dei materiali messi in opera e delle dimensioni minime degli elementi.

TRAVI E MONTANTI DI ACCIAIO:

Classe di requisiti:

Resistenza meccanica e stabilità: capacità dell'opera di sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali ma comunque prevedibili.

Durabilità: capacità di materiali e strutture di conservare le caratteristiche fisiche e meccaniche utilizzando materiali di ridotto degrado ovvero con dimensioni strutturali maggiorate necessarie a compensare il deterioramento prevedibile dei materiali durante la vita utile di progetto ovvero mediante procedure di manutenzione programmata.

Livello minimo delle prestazioni: Stabilito dal progettista in fase di progetto e dichiarato sulla relazione generale di progetto in funzione della concezione strutturale dell'opera, della vita utile stabilita per la struttura, delle condizioni ambientali, delle caratteristiche dei materiali messi in opera e delle dimensioni minime degli elementi.

CORDOLI, TRAVI, PILASTRI ED ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO:

Classe di requisiti:

Resistenza meccanica e stabilità: capacità dell'opera di sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali ma comunque prevedibili.

Durabilità: capacità di materiali e strutture di conservare le caratteristiche fisiche e meccaniche utilizzando materiali di ridotto degrado ovvero con dimensioni strutturali maggiorate necessarie a compensare il deterioramento prevedibile dei materiali durante la vita utile di progetto ovvero mediante procedure di manutenzione programmata.

Livello minimo delle prestazioni: Stabilito dal progettista in fase di progetto e dichiarato sulla relazione generale di progetto in funzione della concezione strutturale dell'opera, della vita utile stabilita per la struttura, delle condizioni ambientali, delle caratteristiche dei materiali messi in opera e delle dimensioni minime degli elementi.

ELEMENTI LIGNEI:

Classe di requisiti:

Resistenza meccanica e stabilità: capacità dell'opera di sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali ma comunque prevedibili.

Durabilità: capacità di materiali e strutture di conservare le caratteristiche fisiche e meccaniche utilizzando materiali di ridotto degrado ovvero con dimensioni strutturali maggiorate necessarie a

compensare il deterioramento prevedibile dei materiali durante la vita utile di progetto ovvero mediante procedure di manutenzione programmata.

Livello minimo delle prestazioni: Stabilito dal progettista in fase di progetto e dichiarato sulla relazione generale di progetto in funzione della concezione strutturale dell'opera, della vita utile stabilita per la struttura, delle condizioni ambientali, delle caratteristiche dei materiali messi in opera e delle dimensioni minime degli elementi.

3.2) SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

FONDAZIONI SUPERFICIALI:

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle zone di terreno direttamente interessate dalla stessa.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 10 anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Utente

MURATURE PORTANTI:

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni o distacchi di materiale. Verifica dell'integrità e perpendicolarità e/o orizzontalità delle strutture e delle possibili zone adiacenti all'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 10 anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Utente

TRAVI E MONTANTI DI ACCIAIO:

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo del livello di serraggio e del corretto ammorsamento reciproco degli elementi costituenti le giunzioni e delle varie parti dell'opera. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, e della perpendicolarità e/o orizzontalità delle strutture.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 10 anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità d'uso: A vista.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Utente

CORDOLI, TRAVI, PILASTRI ED ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO:

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni o distacchi di materiale. Verifica dell'integrità e perpendicolarità e/o orizzontalità delle strutture e delle possibili zone adiacenti all'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 10 anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Utente

ELEMENTI LIGNEI:

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni o distacchi di materiale. Verifica dell'integrità e perpendicolarità e/o orizzontalità delle strutture e delle possibili zone adiacenti all'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Frequenza: 10 anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale.

Modalità d'uso: A vista.

Frequenza: 1 anno

Esecutore: Utente

3.3) SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

FONDAZIONI SUPERFICIALI:

Consolidamento terreno

Descrizione: Opere e/o procedimenti specifici di consolidamento del terreno da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite. Trattamenti di miglioramento della resistenza delle fondazioni anche tramite l'impiego di georesine.

Esecutore: Ditta specializzata

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata.

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata.

Realizzazione sottofondazioni

Descrizione: Realizzazione di sottofondazioni locali o globali a sostegno del sistema di fondazione e della struttura.

Esecutore: Ditta specializzata.

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata.

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato, tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento, intonaco armato, FRP o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato.

Esecutore: Ditta specializzata.

MURATURE PORTANTI:

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici, intonaco armato, FRP, e interventi di cuci-scuci puntuali o ad ampio raggio.

Esecutore: Ditta specializzata

Pulitura e rimozione

Descrizione: Pulitura e rimozione delle porzioni ammalorate e/o di sostanze estranee accumulate sulla superficie dell'elemento strutturale mediante spazzolature, idrolavaggi o sabbature a secco. Lavorazioni superficiali specifiche con l'uso di malte, vernici e/o prodotti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la demolizione e ricostruzione delle porzioni ammalorate, con l'ammorsamento delle stesse alle strutture esistenti, o attraverso l'applicazione materiali di rinforzo quali malte fibrorinforzate ad alta resistenza, intonaco armato, placcaggio con sistemi FRP.

Esecutore: Ditta specializzata

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato tramite l'utilizzo di resine, malte, intonaco armato, FRP, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di muratura mancanti. Tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che la lesione sia stabilizzata o meno.

Esecutore: Ditta specializzata

Ripristino configurazione statica

Descrizione: Interventi di consolidamento e di ripristino linearità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale deformato, anche mediante l'applicazione di elementi aggiuntivi di sostegno.

Esecutore: Ditta specializzata

TRAVI E MONTANTI DI ACCIAIO:

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio e delle saldature negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Frequenza: 10 anni

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito o alla connessione ammalorata, anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisoriale.

Esecutore: Ditta specializzata

CORDOLI, TRAVI, PILASTRI ED ALTRI ELEMENTI STRUTTURALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO:

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferrini mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata.

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici e prodotti fibrorinforzati.

Esecutore: Ditta specializzata.

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso

l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione dell'elemento strutturale o ne incrementino la resistenza alle sollecitazioni indotte (placcaggi, cemento fibrorinforzato, FRP).

Esecutore: Ditta specializzata.

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato, tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato.

Esecutore: Ditta specializzata.

ELEMENTI LIGNEI:

Intervento di ripristino della protezione

Descrizione: Ripristino delle parti in vista della protezione previa pulizia del legno, mediante rimozione della polvere e di altri depositi. Trattamento antitarlo ed antimuffa sulle parti in legno con applicazione a spruzzo o a pennello di protezione fungicida e resina sintetica.

Esecutore: Ditta specializzata.

Intervento di sostituzione parziale o completa degli elementi lignei

Descrizione: Sostituzione parziale o totale degli elementi di struttura degradati per infracidamento e/o riduzione della sezione. Ripristino delle connessioni agli elementi di struttura adiacenti.

Esecutore: Ditta specializzata.

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato, tramite l'utilizzo di resine specifiche, FRP ed altri sistemi di ripristino idonei; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato.

Esecutore: Ditta specializzata.

ATTRIBUZIONE DELLA CLASSE DI RISCHIO

Metodo semplificato

Soli edifici in muratura

Solo per l'adozione di interventi locali

E' ammesso il passaggio di una sola classe di rischio

Tipologia di struttura	Classe di vulnerabilità					
	V ₆ (=A _{1,2,3,4,5,6})	V ₅ (=B _{1,2,3,4,5})	V ₄ (=C _{1,2,3,4})	V ₃ (=D _{1,2,3,4})	V ₂ (=E _{1,2,3,4})	V ₁ (=F _{1,2,3,4})
MURATURA	○					
Muratura di pietra senza legante (a secco)	○	—				
Muratura di mattoni di terra cruda (adobe)	—	○				
Muratura di pietra sbazzata	—	—	○			
Muratura di pietra massiccia per costruzioni monumentali	—	—	—	○		
Muratura di mattoni e pietra lavorata	—	—	—	—	○	
Muratura di mattoni e solai di rigidezza elevata	—	—	—	—	—	○
Muratura rinforzata e/o confinata						○

La tabella sopra consente:

- 1) Individuazione di 7 Tipologie di struttura con particolare riferimento alla struttura verticale
- 2) Individuazione di 6 Classi di vulnerabilità
- 3) Individua per ogni Tipologia e ogni Classe il valore più credibile (cerchio) e la dispersione intorno a tale valore, espressa con i valori più probabili (linee continue) e meno probabili o addirittura eccezionali (linee tratteggiate)

Determinazione della Classe di vulnerabilità

- 1) determinazione della tipologia strutturale che meglio descrive la costruzione in esame e della classe di vulnerabilità media (valore più credibile) associata;
- 2) valutazione dell'eventuale scostamento dalla classe media a causa di un elevato degrado, di una scarsa qualità costruttiva o della presenza di peculiarità che possono innescare meccanismi di collasso locale per valori particolarmente bassi dell'azione sismica e aumentare la vulnerabilità globale.

Per la determinazione della classe di vulnerabilità media e per la valutazione dell'eventuale scostamento, utile riferimento può essere fatto alle indicazioni riportate in tabella 4. Si sottolinea come, nell'ambito di queste linee guida, sia previsto lo scostamento dalla classe media solo nel verso di un aumento della vulnerabilità.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	PECULIARITÀ CARATTERISTICHE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE	CLASSE MEDIA DI VULNERABILITÀ GLOBALE	POSSIBILI MECCANISMI LOCALI	PECULIARITÀ NEGATIVE PER LA VULNERABILITÀ LOCALE/GLOBALE	PASSAGGIO DI CLASSE
INERTI / MAGLIA MURARIA					
pietra grezza	<ul style="list-style-type: none"> • Legante di cattiva qualità e/o assente • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆			
mattoni di terra cruda (adobe)	<ul style="list-style-type: none"> • Orizzontamenti di legno o di mattoni ma comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti • Eventuale presenza di telai di legno 	V ₆			
pietra sbazzata	<ul style="list-style-type: none"> • Accorgimenti per aumentare la resistenza (ad es. Botature). • Orizzontamenti di legno o comunque caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆	Ribaltonamento delle pareti	<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado e/o danneggiamento • Spinte orizzontali non contrastate • Pannelli murari male ammorzati tra loro • Orizzontamenti male ammorzati alle pareti • Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni 	da V ₆ a V ₄
mattoni o pietra lavorata	<ul style="list-style-type: none"> • Orizzontamenti di mattoni o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza nel proprio piano medio e scarsamente collegati con le pareti portanti 	V ₆		<ul style="list-style-type: none"> • Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₆ a V ₅
pietra massiccia per costruzioni monumentali	<ul style="list-style-type: none"> • Orizzontamenti a volta o di legno caratterizzati da scarsa rigidezza e/o resistenza nel proprio piano medio 	V ₆	Meccanismi parziali o di piano		da V ₆ a V ₅
mattoni + solai d'elevata rigidezza nel proprio piano medio	<ul style="list-style-type: none"> • Funzionamento scatolare della costruzione • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio ben collegati alla muratura 	V ₆	Meccanismi parziali o di piano	<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado e/o danneggiamento • Pannelli murari male ammorzati tra loro • Orizzontamenti male ammorzati alle pareti • Pannelli murari e doppio strato con camera d'aria • Assenza totale o parziale di cordoli • Aperture di elevate dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Presenza di numerose nicchie che riducono significativamente l'area resistente della muratura • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₆ a V ₄
armata e/o confinata	<ul style="list-style-type: none"> • Elevata qualità delle murature, rinforzata da reti o barre di acciaio, e/o realizzata tra travi e colonne che la racchiudono in corrispondenza di tutti e quattro i lati • Orizzontamenti di calcestruzzo armato o comunque caratterizzati da elevata rigidezza nel proprio piano medio 	V ₆	Meccanismi d'ovvit, ad esempio, ad un'errata disposizione degli elementi non strutturali che possono ridurre la duttilità globale	<ul style="list-style-type: none"> • Scarsa qualità costruttiva • Elevato degrado o danneggiamento • Elevata irregolarità in pianta e/o in altezza • Presenza numerosi di elementi non-strutturali che modificano negativamente il comportamento locale e/o globale • Aperture di elevanti dimensioni intervallate da maschi di ridotte dimensioni • Pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) non controventate a sufficienza 	da V ₆ a V ₄

Tabella 4 – Costruzioni in muratura: classi medie di vulnerabilità globale e passaggi di classe.

Classe di Vulnerabilità individuata: D* V5 Zona3

Determinazione della Classe di Rischio

Classe di Rischio	PAM	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
A+*	PAM ≤ 0,50%				V ₁ + V ₂
A*	0,50% < PAM ≤ 1,0%			V ₁ + V ₂	V ₃ + V ₄
B*	1,0% < PAM ≤ 1,5%	V ₁	V ₁ + V ₂	V ₃	V ₅
C*	1,5% < PAM ≤ 2,5%	V ₂	V ₃	V ₄	V ₆
D*	2,5% < PAM ≤ 3,5%	V ₃	V ₄	V ₅ + V ₆	
E*	3,5% < PAM ≤ 4,5%	V ₄	V ₅		
F*	4,5% < PAM ≤ 7,5%	V ₅	V ₆		
G*	7,5% ≤ PAM	V ₆			

Classe di rischio: D*

Per distinguere l'attribuzione di classe mediante il metodo semplificato da quella ottenuta mediante il metodo convenzionale, le classi ottenute con il metodo semplificato sono contrassegnate da un asterisco

Interventi e relativo passaggio di classe

Quando la Classe di Rischio è stata assegnata all'edificio mediante il metodo semplificato, è possibile ritenere valido il passaggio alla Classe di Rischio immediatamente superiore solo quando siano soddisfatte alcune condizioni. Per gli edifici con struttura di muratura esse sono indicate nella tabella 7. L'entità degli interventi deve essere tale da non produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo insieme e da consentire quindi l'inquadramento come interventi locali, con riferimento alle murature.

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ*
INERTI/MAGLIA MURARIA				
MURATURA	pietra grezza	Non applicabili (non sono rispettate le condizioni del §3.2)		V ₄
	mattoni di terra cruda (adobe)			
	pietra sbazzata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₄ a V ₅
	pietra massiccia per costruzioni monumentali	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino dei danni o delle zone degradate Eliminazione delle spinte orizzontali non contrastate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) Collegamento dei pannelli murari agli orizzontamenti INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento d'insieme regolare e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₄ a V ₅	

TIPOLOGIA STRUTTURALE		INTERVENTI DI RAFFORZAMENTO LOCALE	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	PASSAGGIO DI CLASSE DI VULNERABILITÀ*
INERTI/MAGLIA MURARIA				
MURATURA	mattoni o pietra lavorata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
	mattoni + solai di elevata rigidità nel proprio piano	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Eliminazione delle spinte a vuoto Stabilizzazione del paramento interno dei pannelli murari con camera d'aria INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento "regolare" e "scatolare".⁽¹⁰⁾ Garantire un'adeguata ridistribuzione dell'azione orizzontale tra i pannelli murari Posticipare i meccanismi locali e/o fuori del piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₅ a V ₄
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾ Minimizzare il danno agli elementi non strutturali 	da V ₄ a V ₃
	rinforzata e/o confinata	ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Stabilizzazione fuori piano delle pareti di elevate dimensioni (larghezza e altezza) INTERVENTI AUSPICATI MA NON OBBLIGATORI <ul style="list-style-type: none"> Riduzione delle aperture di elevate dimensioni (soprattutto se intervallate da maschi di ridotte dimensioni) 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾ Posticipare l'attivazione dei meccanismi locali e/o fuori piano, rispetto all'attivazione dei meccanismi globali 	da V ₄ a V ₃
		ESECUZIONE DEI SEGUENTI INTERVENTI SULL'INTERA UNITÀ STRUTTURALE <ul style="list-style-type: none"> Ripristino delle zone danneggiate e/o degradate Messa in sicurezza di elementi non strutturali 	<ul style="list-style-type: none"> Perseguire un comportamento regolare della struttura.⁽¹⁰⁾ Ridurre al minimo il rischio di danno agli elementi non strutturali 	da V ₃ a V ₂

Passaggio di classe C*

Scala interna			
Prima rampa		SLE	SLU
Lunghezza travi	3 m		3
Carico distribuito	420 kg/m ²		590
Larghezza scala	1 m		1
Carico lineare	230,6 kg/m		321,78
Peso proprio	20,6 kg/m		26,78
Momento	25942,5 kg*cm		36200,25
Taglio	345,9 kg		482,67
Angolo inclinazione	15,1 °		15,1
	0,26354472 rad		0,263544717
Azione assiale	90,1085095 kg		125,7377112
W	24,6 cm ³		24,6
A	19,2 cm ²		19,2
Sigma	1059,26632 kg/cm²		1478,103717
Tau	18,015625 kg/cm²		25,1390625
E	2100000 kg/cm ²		2100000
J	177 cm ⁴		177
F	0,65432052 cm		0,913041011
L/F	458,490893		328,5723165
File ACCA Trave Prima rampa Trevenzuolo			
Seconda rampa		SLE	SLU
Lunghezza travi	5,5 m		5,5
Carico concentrato	345,9 kg		482,67
Carico distribuito	420 kg/m ²		590
Larghezza scala	1 m		1
Carico lineare	233 kg/m		324,9
Peso proprio	23 kg/m		29,9
File Eng Trave scala seconda rampa			
Momento	110018 kg*cm		153137
Taglio	910 kg		1268
Angolo inclinazione	24 °		24
	0,41887902 rad		0,41887902
Azione assiale	370,130345 kg		515,7420634
W	93 cm ³		93
A	29 cm ²		29
Sigma	1195,75236 kg/cm²		1664,418618
Tau	31,3793103 kg/cm²		43,72413793
E	2100000 kg/cm ²		2100000
F	1,35 cm		1,87
L/F	407,407407		294,1176471
File ACCA Trave Seconda rampa Trevenzuolo			
Fissaggio alle murature laterali			
Carico lineare	367,592853 kg/m		512,4425685
Numero tasselli al metro	3		3
Diametro	1 cm		1
Area totale	2,355 cm ²		2,355
Sforzo di taglio	156,090383 kg/cm²		217,5976936
Momento	1365 kg*cm		1917,5
Braccio	5 cm		5
Forza	273 kg/m		383,5
Lunghezza di inserimento	15 cm		15
Sforzo di estrazione	1,93205945 kg/cm²		2,71408351
Pianerottoli con lamiera grecata		SLE	SLU
Lunghezza scalino	1 m		1
Carico distribuito	420 kg/m ²		590
Larghezza scalino	0,26 m		0,26
Carico lineare	109,2 kg/m		153,4
Spessore piatto	0,01 m		0,01
Peso proprio	20,28 kg/m		26,364
Momento	1365 kg*cm		1917,5
Taglio	54,6 kg		76,7

Azione assiale	21,4674096 kg	30,1565992	
W	4,33333333 cm ³	4,33333333	Piatto
A	26 cm ²	26	
Sigma	315,82567 kg/cm ²	443,6598692	
Tau	2,1 kg/cm ²	2,95	
E	2100000 kg/cm ²	2100000	
J	2,16666667 cm ⁴	2,16666667	
F	0,3125 cm	0,438988095	
L/F	320	227,7966102	
Appoggio al piede	SLE	SLU	
Reazione	436,00851 kg	608,4077112	
Spessore piastra	1 cm	1	
Perimetro profilo	35 cm	35	
Area di appoggio	35 cm ²	35	
Sforzo di punzonamento	12,457386 kg/cm ²	17,38307746	
Numero muretti coinvolti	1	1	
Spessore muretti	25 cm	25	
Area punti di appoggio	250 cm ²	250	
Sforzo di compressione	1,74403404 kg/cm ²	2,433630845	
Area di incollaggio sotto la piastra	260 cm ²	260	
Sforzo incollaggio	1,67695581 kg/cm ²	2,340029658	
Tirante	SLE	SLU	
Numero tiranti di fissaggio all'HEA200	1	1	
Diametro	1,4 cm	1,4	
Area totale	1,5386 cm ²	1,5386	
Trazione	1030 kg	1424	
Sforzo di trazione	669,43975 kg/cm ²	925,5167035	
Braccio di torsione	6 cm	6	
Momento torcente	6180 kg*cm	8544	
Altezza sezione	19 cm	19	
Base sezione	20 cm	20	
Spessore ali	1 cm	1	
Spessore anima	0,65 cm	0,65	
smax	1 cm	1	
Somma ai*si ³	44,668625 cm ⁴	44,668625	
Wtors	14,8895417 cm ³	14,88954167	
Mtors	6180 Kg*cm	8544	
Tautors	415,056429 Kg/cm ²	573,8255879	
Tau t	415,056429 Kg/cm ²	573,8255879	
fy	2750 Kg/cm ²	2750	
Coefficiente riduttivo	0,88340766	0,834511973	
Tau t	469,835672 kg/cm ²	687,618161	
Taglio senza torsione			
Profilati a I, H caricati nel piano dell'anima			
Av1	18,05 cm ²	18,05	
A	53,8 cm ²	53,8	Area lorda del profilo
b	20 cm	20	Larghezza delle ali
tf	1 cm	1	Spessore delle ali
tw	0,65 cm	0,65	Spessore dell'anima
r	1,8 cm	1,8	Raggio di raccordo tra :
Av	18,05 cm ²	18,05	Area resistente a taglio
fy	2750 Kg/cm ²	2750	
Gamma M0	1,05	1,05	
V resistente	27293,5467 Kg	27293,54665	
V sollecitante	2643 Kg	3651	
Vr/Vs	10,3267297	7,475635895	
Vr ridotta	24111,3281 kg	22776,79146	
Vr ridotta/Vs	9,1227121	6,238507657	