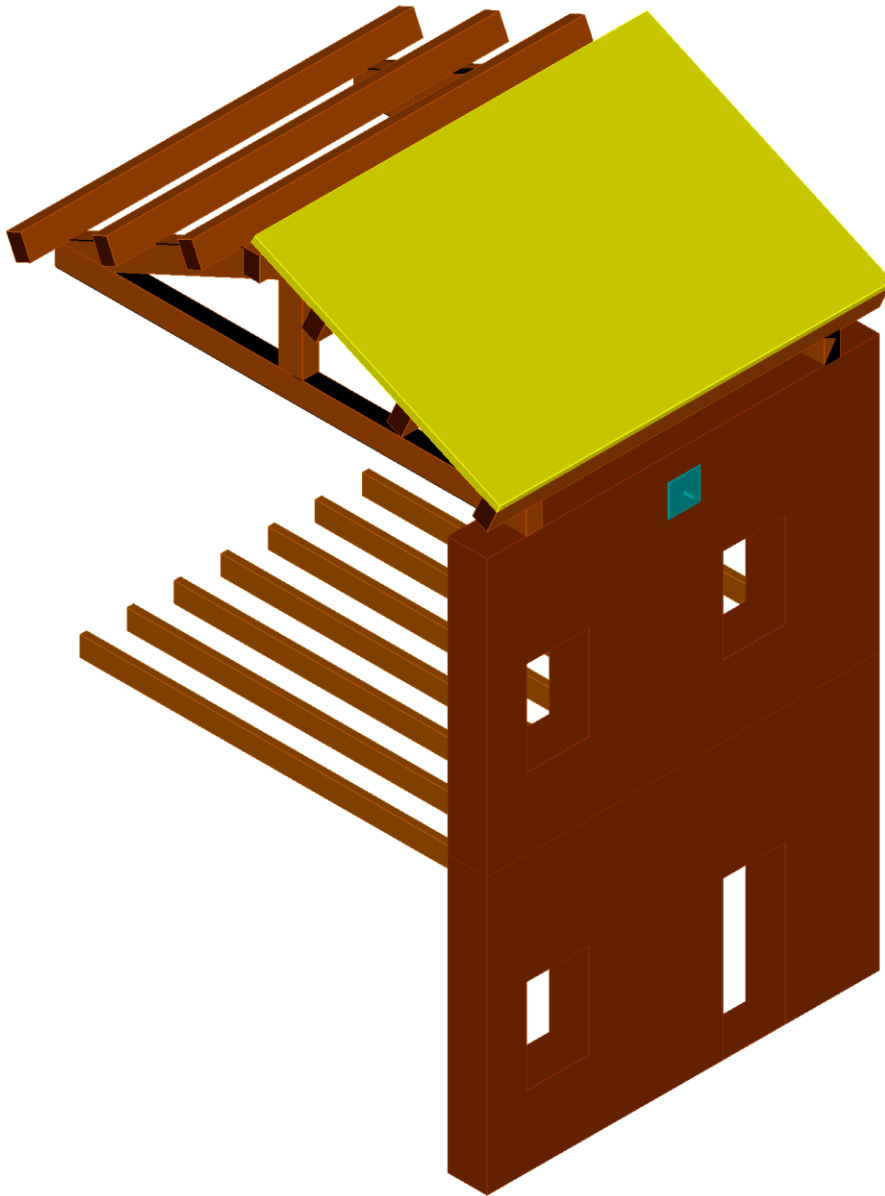


## PROGETTO

kipendoff engineering / [www.kipendoff.com](http://www.kipendoff.com)



## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. n.42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

## **METODO DI CALCOLO**

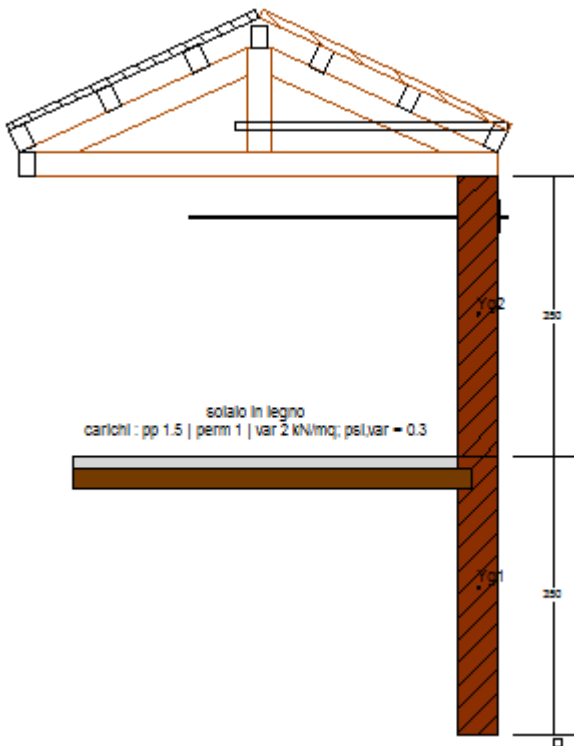
I calcoli sono stati effettuati con il METODO DELL'ANALISI LIMITE DELL'EQUILIBRIO come descritto al paragrafo C8A.4. ANALISI DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO IN EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA della circ. 2/2/2009.

In particolare è stata eseguita una analisi lineare considerando la resistenza a compressione della muratura finita (arretramento delle cerniere in funzione della plasticizzazione del materiale).

## **Descrizione generale dell'opera**

Descrizione generale dell'opera

## Schema strutturale e carichi



### parete 2

geometria: s = 50 cm ; Hinterp = 350 cm; quota = 350 cm; scost.transv = 0  
 materiale: in pietrame disordinata  
 carichi:  
 peso : 148.01 + perm. 0 kN  
 solalo : 0 kN | eccS 0 cm  
 masse sismiche : Pal (dirette) 164.11 | Pnal (Indirette) 0 | fl (equilibr.) 0 kN  
 risultanti azioni statiche :  
 Rvt: 164.11 | eccRvt: 0 | Rot: 0 | eccRot: 0  
 SRvt: 164.11 | eccSRvt: 0 | SRot: 0 | eccSRot: 0  
 s\_compresso: 50 | xc = 6.56 | xt = 6.56 N/cm<sup>2</sup> | eccXcol = 20.13 cm<sup>2</sup>  
 vifocolata in testa: NO

### parete 1

geometria: s = 50 cm ; Hinterp = 350 cm; quota = 0 cm; scost.transv = 0  
 materiale: in pietrame disordinata  
 carichi:  
 peso : 141.93 + perm. 0 kN  
 solalo : 20 kN | eccS 7.5 cm  
 masse sismiche : Pal (dirette) 180.68 | Pnal (Indirette) 0 | fl (equilibr.) 0 kN  
 risultanti azioni statiche :  
 Rvt: 180.68 | eccRvt: 1.61 | Rot: 0 | eccRot: 0  
 SRvt: 344.79 | eccSRvt: 0.84 | SRot: 0 | eccSRot: 0  
 s\_compresso: 50 | xc = 15.19 | xt = 12.4 N/cm<sup>2</sup> | eccXcol = 14.77 cm<sup>2</sup>  
 vifocolata in testa: NO

## DATI DI INPUT

<b>DATI GENERALI PROGETTO</b>		
cat. edificio	A	<i>categoria carichi struttura</i>
LC	2	<i>livello di conoscenza</i>
FC	1.2	<i>fattore di confidenza</i>
H	7 m	<i>altezza edificio</i>
tipologia	muratura	<i>sistema costruttivo</i>
fondaz.	muratura	<i>tipologia fondazioni</i>

<b>PARAMETRI SISMICI 1/2</b>		
Vn	50 anni	<i>vita nominale della struttura</i>
classe d'uso	II	<i>classe d'uso della struttura</i>
Vr	50 anni	<i>periodo di riferimento della struttura</i>
Cat Terr	2	<i>categoria del terreno</i>
St	1	<i>coeff. amplificazione topografica</i>
q	2	<i>fattore di struttura</i>
T1	0.257271949500469 sec	<i>periodo fondamentale della struttura</i>
latitudine	41.9102251	<i>coord. sito: latitudine Nord</i>
longitudine	12.4470326	<i>coord. del sito: longitudine Est</i>

<b>PARAMETRI SISMICI 2/2</b>							
Stato Limite	Ag/g	Ss	Tb	Tc	Td	Cc	Tr
<b>operatività</b>	0.039	1.2	0.121	0.3629	1.756	1.4515	30
<b>danno</b>	0.047	1.2	0.1286	0.3859	1.788	1.4293	50
<b>salv. vita</b>	0.091	1.2	0.1474	0.4421	1.964	1.3815	475
<b>collasso</b>	0.108	1.2	0.1547	0.4641	2.032	1.3649	975

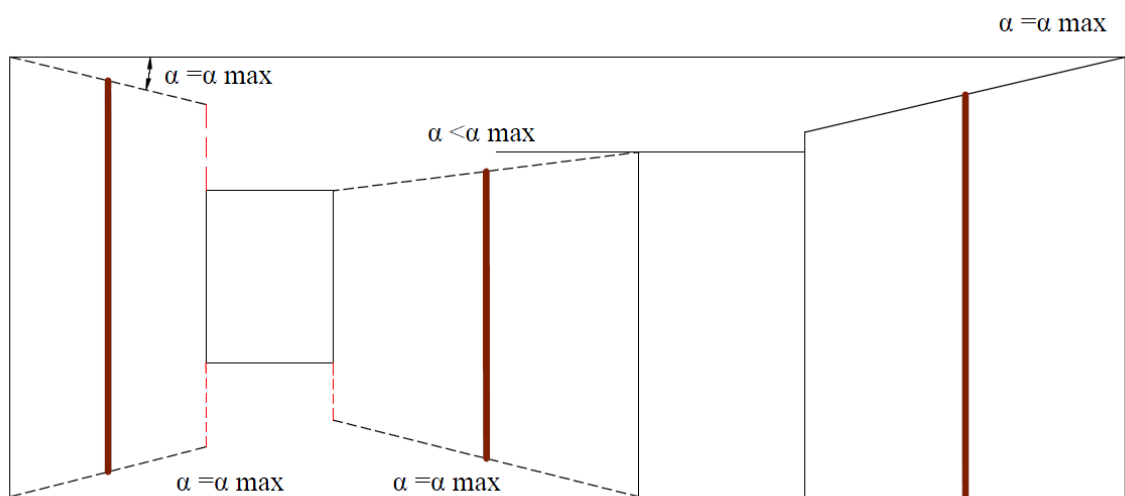
Spettri di risposta elastici e di progetto

		<b>CARICHI: NEVE</b>			<b>VENTO</b>		
altitudine	zona	qsk	alfa	ce	ct	qs	
[m s.l.m.]		[kN/mq]	[°]			[kN/mq]	
0	2	1	0.43	1	1	0.8	

## DATI PARETI

Meccanismi rel. 1.0 - Relazione di calcolo - -  
**legenda tabella pareti 1/3**

<i>num</i>	<i>numero parete</i>
<i>h</i>	<i>altezza della parete [cm]</i>
<i>l</i>	<i>lunghezza della parete [cm]</i>
<i>s</i>	<i>spessore [cm]</i>
<i>z</i>	<i>quota al piede della parete [cm]</i>
<i>dx<sub>i</sub>, dy<sub>i</sub>, dy<sub>f</sub></i>	<i>scostamenti in direzione X, Y (iniziale e finale) [cm]</i>
<i>Y<sub>g</sub></i>	<i>altezza del baricentro delle masse rispetto al piede della parete [cm]</i>
<i>vincolata</i>	<i>indica se la parete è efficacemente ammortata ad un solaio rigido in testa</i>
<i>amax</i>	<i>angolo massimo per il calcolo della altezza deformabile del singolo maschio murario (vedi fig.)</i>
<i>Klat</i>	<i>rigidezza nel piano della parete</i>

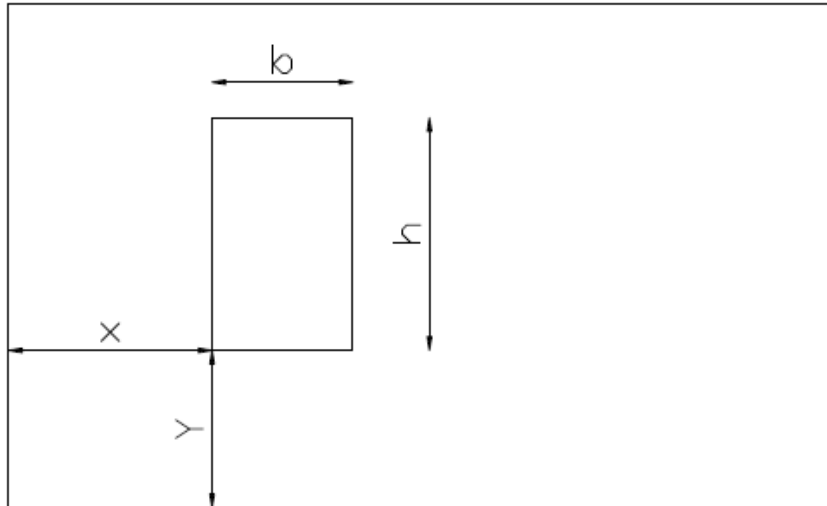


<b>DATI PARETI 1/3 - geometria</b>											
<b>n.</b>	<b>h</b>	<b>l</b>	<b>s</b>	<b>z</b>	<b>dx<sub>i</sub></b>	<b>dy<sub>i</sub></b>	<b>dy<sub>f</sub></b>	<b>Y<sub>g</sub></b>	<b>vincolata</b>	<b>amax</b>	<b>Klat</b>
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]		[°]	kN/m
1	350	500	50	0	0	0	0	184	NO	90	51557
2	350	500	50	350	0	0	0	178	NO	90	75220

**legenda tabella pareti 2/3**

<i>num</i>	<i>numero parete</i>
<i>materiale</i>	
<i>gamma</i>	<i>peso specifico materiale [kN/m<sup>3</sup>]</i>
<i>peso</i>	<i>peso proprio della parete [kN]</i>
<i>s. int.</i>	<i>spessore totale di intonaco (lato int.+ester.) [cm]</i>
<i>lato int.</i>	<i>lato intonaco (esterno, interno)</i>
<i>p.s.int.</i>	<i>peso specifico intonaco [kN/m<sup>3</sup>]</i>

DATI PARETI - 2/3 - pesi							
n.	materiale	gamma	peso	s.int.	lato int.	p.s. int.	peso int.
		[kN/m3]	[kN]	[cm]		[kN/m3]	[kN]
1	in pietrame disordinata	19	141.93	0	est.	20	
2	in pietrame disordinata	19	148.01	0	est.	20	



DATI PARETI 3/3 : APERTURE																
	apertura 1				apertura 2				apertura 3				apertura 4			
par. n.	x [cm]	z [cm]	b [cm]	h [cm]	x [cm]	z [cm]	b [cm]	h [cm]	x [cm]	z [cm]	b [cm]	h [cm]	x [cm]	z [cm]	b [cm]	h [cm]
1	50	90	80	120	300	0	80	200								
2	50	90	80	120	300	90	80	120								

## DATI SOLAI

### legenda

<i>n.</i>	<i>numero solaio</i>
<i>piano</i>	<i>numero del piano a cui è posto il solaio</i>
<i>Hp</i>	<i>altezza dal suolo del piano [cm]</i>
<i>par.</i>	<i>parete su cui poggia il solaio</i>
<i>tipo</i>	<i>tipo di solaio c.a./legno/putrelle+tavelloni/altro</i>
<i>descr.</i>	<i>descrizione</i>
<i>l</i>	<i>lunghezza del solaio [cm]</i>
<i>w</i>	<i>larghezza del solaio [cm]</i>
<i>h</i>	<i>spessore del solaio [cm]</i>
<i>A</i>	<i>area del solaio [m2]</i>
<i>estr.</i>	<i>estradosato o poggiato sulla parete</i>
<i>incl.</i>	<i>inclinazione del solaio</i>
<i>ecc</i>	<i>eccentricità di appoggio della risultante dei carichi del solaio in rapporto allo spessore della parete</i>

**legenda**

<i>b ap</i>	<i>base di appoggio sullo spessore della parete</i>
<i>r ecc ap</i>	<i>posizione della risultate nelle presisoni di appoggio del solaio sulla parete / base di appoggio</i> <i>Descrive la distribuzione delle presisoni di contatto:</i> <i>0,33: diag. triangolare; 0,5 rettangolare; valori interm. distribuzione lineare</i>

<b>SOLAI 1/2</b>														
	posizione					geometria								
n.	piano	Hp	par.	tipo	descr.	l	w	h	A	estr.	incl.	ecc.	b ap	
		[cm]				[cm]	[cm]	[cm]	[m2]		[°]		[cm]	
1	1	350	1	legno	solaio 1	500	500	40	25	SI	0	0.15	18	0.33

**legenda**

<i>n.</i>	<i>numero solaio</i>
<i>pp</i>	<i>peso proprio solaio</i>
<i>perm</i>	<i>carico permanente solaio</i>
<i>pvar</i>	<i>carico variabile sul solaio</i>
<i>psi</i>	<i>coeff. di combinazione per i carichi variabili solaio</i>
<i>neve</i>	<i>carico della neve</i>
<i>psi neve</i>	<i>coeff. combinazione del carico neve[cm]</i>
<i>dir</i>	<i>orditura del solaio rispetto alla parete. ort :ortogonale, par: parallelo</i>
<i>rig</i>	<i>solaio rigido</i>
<i>%eta1</i>	<i>% di carico del solaio che costituisce massa sismica dovuta alla deformabilità del solaio nel piano (valido solo per solai deformabili orditi parallelamente alla parete- vedi Fig 1)</i>
<i>%eta2</i>	<i>% di carico del solaio che costituisce massa sismica dovuta non efficacia dell'ammorsamento del solaio alle pareti trasversali (valido per solai deformabili orditi parallelamente - vedi Fig 2)</i>
<i>eff</i>	<i>solaio efficacemente ammorsato</i>
<i>eff tr</i>	<i>solaio efficacemente ammorsato alle pareti trasversali (per solai orditi paralleli alla parete)</i>
<i>attr</i>	<i>attrito tra solaio e parete</i>

**massa sismica solai paralleli in funzione della deformabilità e l'ammorsamento**

Meccanismi rel. 1.0 - Relazione di calcolo - -  
**massa sismica solai paralleli in funzione della deformabilità e l'ammorsamento**

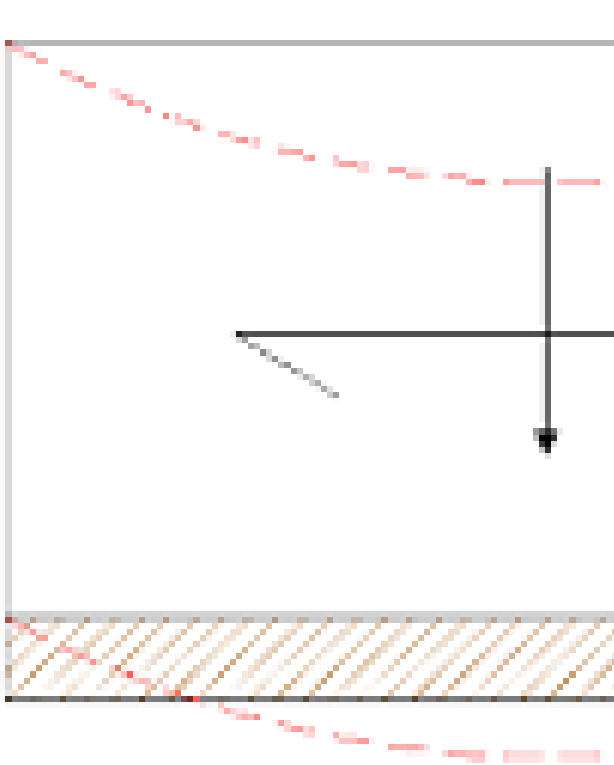


Fig.1 : eta1 - % massa dovuta alla deformabilità del solaio

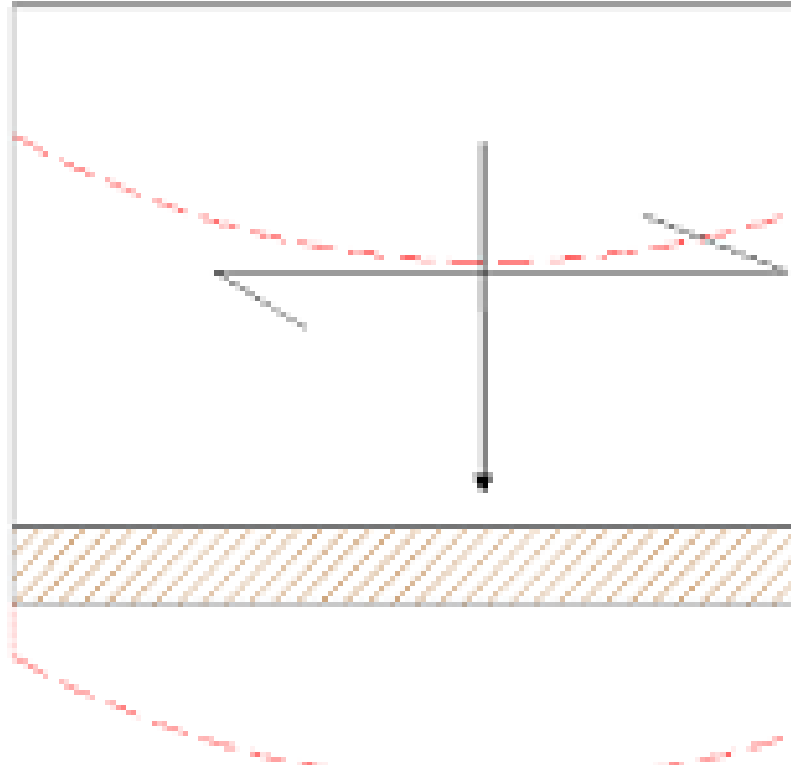


Fig.2 : eta1 + eta2 (eta2 = % massa dovuta all'ammorsamento non efficace alle pareti trasversali)

SOLAI 2/2													
n.	carichi					connessione							
	pp	perm	pvar	psi	pneve	psi neve	dir	rig	%eta1	%eta2	eff	eff tr	attr
	[kN/m2]	[kN/m2]	[kN/m2]		[kN/m2]								
1	1.5	1	2	0.3	0	0	ort	NO	0.5	0.2	NO	SI	0.4

**CARICHI PARETI - GENERALE - legenda**

<i>parete num</i>	<i>numero della parete</i>
<i>z par.</i>	<i>altezza dal suolo del piede della parete [cm]</i>
<i>h</i>	<i>altezza della parete [cm]</i>
<i>carico descr.</i>	<i>descrizione del tipo di carico</i>
<i>Pai</i>	<i>risultante dei carichi verticali direttamente agenti sulla parete [kN]</i>
<i>Pnai</i>	<i>risultante dei carichi verticali non direttamente agenti sulla parete [kN]</i>
<i>eccV</i>	<i>eccentricità della risultante dei carichi verticali agenti direttamente sulla parete [cm]</i>
<i>Hc</i>	<i>altezza del punto di applicazione della risultante dei carichi sulla parete, misurato dal piede [cm]</i>
<i>Fh</i>	<i>risultante delle forze orizzontali agenti sulla parete positive se ribaltanti[kN]</i>

**CARICHI PARETI - GENERALE**



<b>CARICHI PARETI - GENERALE</b>								
parete	z par.	h	carico	Pai	Pnai	EccV	Hc	Fh
num	[cm]	[cm]	descriz.	[kN]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]
1	0	350	peso	141.93	0	0	184.64	0
			solai	38.75	0	7.5	330	0
2	350	350	peso	148.01	0	0	178.08	0
			copert. legno	16.1	0	0	350	0

### SCARICHI PARETI - legenda

<i>parete num</i>	<i>numero della parete</i>
<i>peso</i>	<i>peso della parete [kN]</i>
<i>Rvi</i>	<i>risultante dei carichi verticali gravanti direttamente applicati alla parete [kN]</i>
<i>eccRvi</i>	<i>eccentricità della risultante dei carichi gravanti sulla parete Rvi [cm]</i>
<i>SRvi</i>	<i>risultante complessiva dei carichi gravitazionali su una parete (inclusi quelli derivanti dalle pareti sovrastanti [kN])</i>
<i>eccSRvi</i>	<i>eccentricità della risultante degli scarichi sulla parete SRvi [cm]</i>
<i>eccC</i>	<i>eccentricità della cerniera (centro di rotazione del meccanismo) [cm]</i>

<b>SCARICHI PARETI</b>						
n.par	peso	Rvi	ecc.Rvi	SRvi	ecc. SRvi	ecc C
	[kN]	[kN]	[cm]	[kN]	[cm]	[cm]
1	141.9	180.7	1.6	344.8	0.8	14.8
2	148	164.1	0	164.1	0	20.1

### Tiranti - legenda dati di input

num	numero tirante
par. num	numero parete
capoch. tipo	tipo capochiave (circolare/rettangolare)
d	diametro tirante [mm]
a	diametro capochiave circ. / base capochiave rettangolare [cm]
b	altezza capochiave rettangolare [cm]
Ac	Area capochiave [cm <sup>2</sup> ]
fy,d	tensione di snervamento di progetto dell'acciaio del tirante[kN/mm <sup>2</sup> ]
Hc	altezza del tirante rispetto al piede della parete [cm]
L	lunghezza tirante [cm]
num	numero di tiranti
passo	passo dei tiranti [cm]

### TIRANTI 1/2 - geometria e caratteristiche

n.tir	parete	capoch.	d	a	b	Ac	fy	Hc	L	num	passo
	num	tipo	[mm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[cm]	[cm]		[cm]
1	2	quadr.	24	40	40	1600	204.3	650	400	1	400

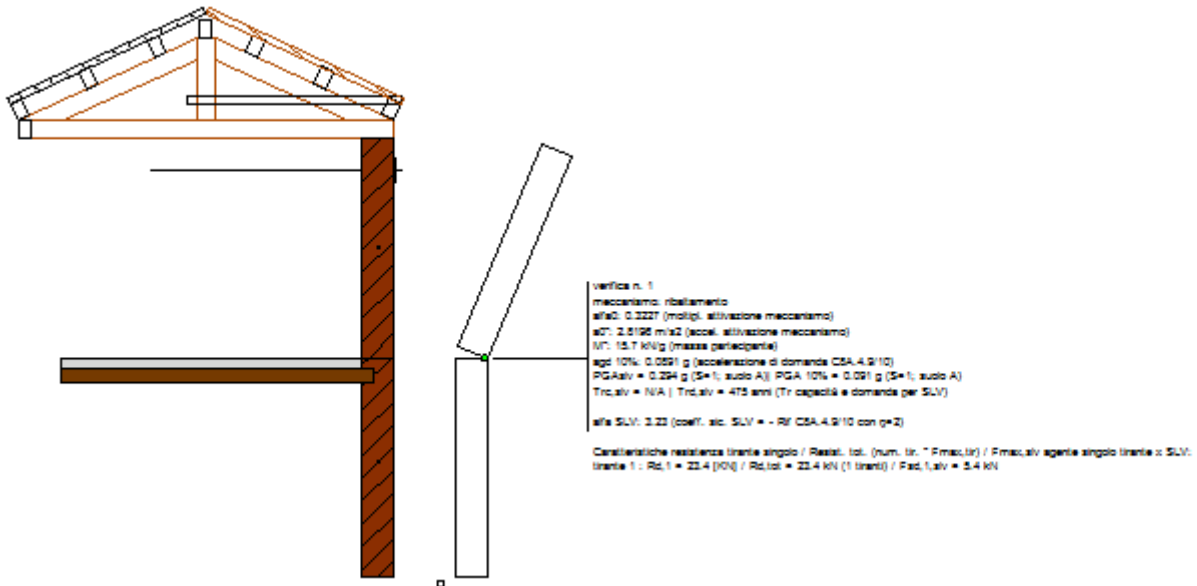
### Tiranti - legenda dati di verifica

num	numero tirante
Fattr	Forza ultima per attrito [kN]
Ftag	Forza ultima per taglio e scorrimento [kN]
Ffe	Forza ultima resistente acciaio tirante [kN]
Fcmur	Forza ultima per compressione della parete [kN]
Fimp	Forza massima resistente imposta [kN]
Fmax	Forza resistente massima del tirante [kN]
Fslv	Forza agente sul singolo tirante per sisma SLV [kN]
status	Nell'analisi limite il tirante viene considerato agente con la F resist. massima (Fmax). Se la verifica del meccanismo locale è soddisfatta (Isic.>1) allora lo è automaticamente quella del tirante. Ver: verifica NoVer: non verifica

### TIRANTI 2/2 - dati di verifica

num	Fattr	Ftag	Ffe	Fcmur	Fimp	Fmax	Fslv	Status
tir	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	verif.
1	38.6	23.4	92.4	112	0	23.4	5.4	OK

## RISULTATI VERIFICHE

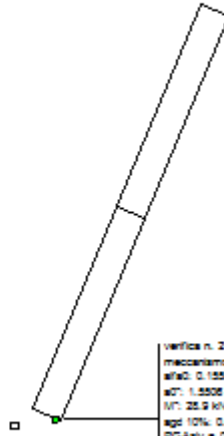
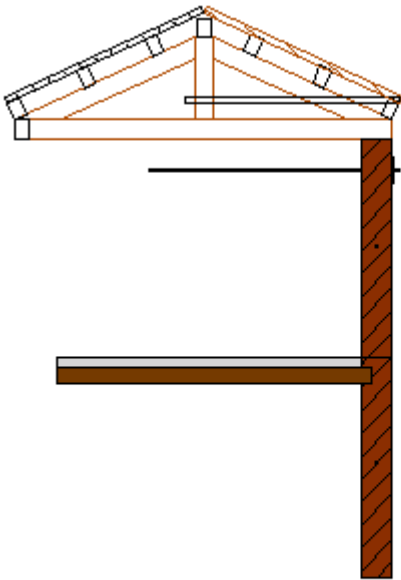


verifica 1 - meccanismo : ribaltamento

## RISULTATI VERIFICHE

### RISULTATI VERIFICA N° 1 - RIBALTAMENTO

n.	meccanismo	alfa0	a0	M*	PGA	PGA	Trc	Trc	alfa	alfa	Hpci	Xci	status
				kN/g	SLD	SLV	SLD	SLV	SLD	SLV	[cm]	[cm]	verif.
1	ribaltamento	0.323	2.82	15.652		0.294g				3.226	350	20.132	VERIF

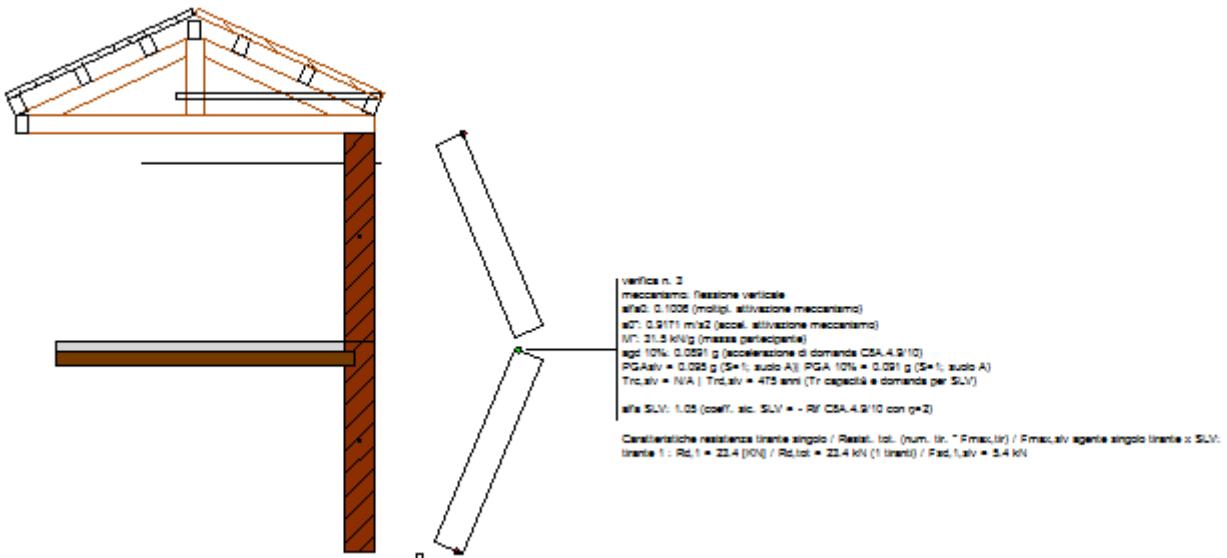


verifica n. 2  
 meccanismo: ribaltamento  
 alfa0: 0.1556 (mol/pl, attivazione meccanismo)  
 a0: 1.5506 m/a2 (accol, attivazione meccanismo)  
 M\*: 28.876 kN/g (massa partecipante)  
 agd 10%: 0.0546 g (accelerazione di domanda CSA-4.9/10)  
 PGAalv = 0.263 g (S=1; suolo A) | PGA 10% = 0.091 g (S=1; suolo A)  
 Trc.alv = N/A | Trc.alv = 475 anni (Tr capacità e domanda per SLV)  
 alfa SLV: 2.895 (coeff. sic. SLV = - Rf CSA-4.9/10 con q=2)  
 Caratteristiche resistenza (trante singolo / Resist. tot. (num. tr. \* Fmac,lt) / Fmac,alv agente singolo (trante o SLV):  
 trante 1: Rd,1 = 22.4 (10g) / Rd,tot = 22.4 kN (1 trante) / Fad,1,alv = 3.4 kN

verifica 2 - meccanismo : ribaltamento

### RISULTATI VERIFICHE

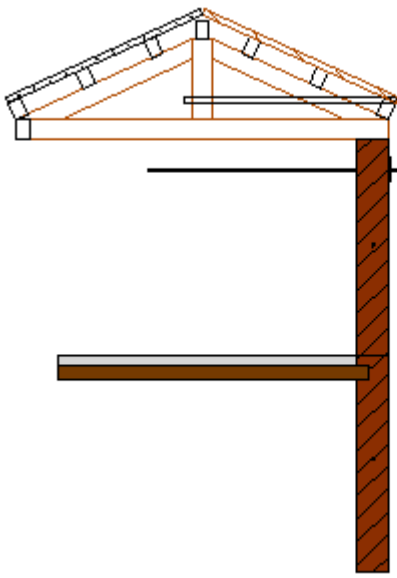
RISULTATI VERIFICA N° 2 - RIBALTAMENTO													
n.	meccanismo	alfa0	a0	M*	PGA	PGA	Trc	Trc	alfa	alfa	Hpci	Xci	status
				kN/g	SLD	SLV	SLD	SLV	SLD	SLV	[cm]	[cm]	verif.
2	ribaltamento	0.156	1.551	28.876		0.263g				2.895	0	14.773	VERIF



verifica 3 - meccanismo : flessione verticale

RISULTATI VERIFICHE

RISULTATI VERIFICA N° 3 - FLESSIONE VERTICALE													
n.	meccanismo	alfa0	a0	M*	PGA	PGA	Trc	Trc	alfa	alfa	Hpci	Xci	status
				kN/g	SLD	SLV	SLD	SLV	SLD	SLV	[cm]	[cm]	verif.
3	flessione verticale	0.101	0.917	31.51		0.095g				1.049	350	0	VERIF



verifica n. 4  
 meccanismo: flessione verticale singola  
 alfa0: 0.6592 (molto), attivazione meccanismo  
 a0: 5.3948 m/s2 (accor. attivazione meccanismo)  
 M\*: 12.7 kN/g (massa partecipante)  
 agd: 10%: 0.1273 g (accelerazione di domanda CSA-4.9/10)  
 PGA<sub>slv</sub> = 0.393 g (S=1; suolo A) PGA 10% = 0.091 g (S=1; suolo A)  
 Trc<sub>slv</sub> = N/A | Trc<sub>slv</sub> = 475 anni (Tr capacità e domanda per SLV)  
 alfa SLV: 4.32 (coeff. sic. SLV = - Rf CSA-4.9/10 con q=2)  
 Caratteristiche resistenza tirante singolo / Resist. tot. (sum. str. + F<sub>mac,slv</sub>) / F<sub>mac,slv</sub> agente singolo tirante : SLV:  
 tirante 1 : Rd,1 = 22.4 (kN) / Rd,tot = 22.4 kN (1 tirante) / Fad,1,slv = 5.4 kN

verifica 4 - meccanismo : flessione verticale singola

RISULTATI VERIFICHE

RISULTATI VERIFICA N° 4 - FLESSIONE VERTICALE SINGOLA													
n.	meccanismo	alfa0	a0	M*	PGA	PGA	Trc	Trc	alfa	alfa	Hpci	Xci	status
				kN/g	SLD	SLV	SLD	SLV	SLD	SLV	[cm]	[cm]	verif.
4	flessione verticale singola	0.66	5.395	12.667		0.393g				4.32	500	-25	VERIF

**Sintesi delle verifiche - legenda**

<i>alfa0</i>	<i>moltiplicatore orizzontale dei carichi che porta all'attivazione del meccanismo locale. Rif C8A.4.1.</i>
<i>M*</i>	<i>Massa partecipante al meccanismo.[kN/g]. Rif C8A.4.3</i>
<i>a0</i>	<i>accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo [m/s<sup>2</sup>]. Rf C8A.4.4 NB: Valori negativi indicano collasso per soli carichi statici.</i>
<i>PGA SLD,SLV</i>	<i>accelerazione di capacità SLD e SLV riferita a suolo tipo A (S=1). = valore di ag(Pvr) calcolato in base alle C8A.4.7-8-9-10. [g].</i>
<i>PGA 63%</i>	<i>Accelerazione di domanda per lo stato limite di danno (suolo tipo A): 0.047 g</i>
<i>PGA 10%</i>	<i>Accelerazione di domanda per lo stato limite di salvaguardia della vita (suolo tipo A): 0.091 g</i>
<i>Trd,sld</i>	<i>periodo di ritorno di domanda per lo stato limite di danno: 50 anni</i>
<i>Trd,slv</i>	<i>periodo di ritorno di domanda per lo stato limite di salvaguardia della vita: 475 anni</i>
<i>Trc SLD</i>	<i>periodo di ritorno di capacità per lo stato limite di danno [anni]. Max 2475 anni</i>
<i>Trc SLV</i>	<i>periodo di ritorno di capacità per lo stato limite di salvaguardia della vita [anni]. Max 2475 anni</i>
<i>alfa SLD,SLV</i>	<i>coeff. di vulnerabilità sismica. Rif C8A.4.7-8-9-10. Nota: nel calcolo di alfa è stato considerato il minimo tra a0* e il massimo valore di accelerazione ricavato dalle mappe sismiche per il sito (ag(Tr=2475 anni) = Agmax in 'parametri sismici'.</i>
<i>Hpci</i>	<i>altezza della cerniera [cm]</i>
<i>Xci</i>	<i>arretramento della cerniera valutato come distanza di questa dall'asse della sezione [cm]</i>

**TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICHE**

<b>RISULTATI VERIFICHE</b>													
n.	meccanismo	alfa0	a0	M*	PGA	PGA	Trc	Trc	alfa	alfa	Hpci	Xci	status
		[m/s <sup>2</sup> ]		kN/g	SLD/g	SLV/g	SLD	SLV			[cm]	[cm]	verif.
1	ribaltamento	0.32	2.82	15.65		0.29				3.23	350	20.13	VERIF
2	ribaltamento	0.16	1.55	28.88		0.26				2.89	0	14.77	VERIF
3	flessione verticale	0.1	0.92	31.51		0.1				1.05	350	0	VERIF
4	flessione verticale singola	0.66	5.39	12.67		0.39				4.32	500	-25	VERIF

<b>VULNERABILITA' SISMICA</b>		
Stato Limite	alfa min	status
SLD	N/A	
SLV	1.049	VERIF