

COMUNE DI MONTEDINOVE

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

PROGETTO

MESSA IN SICUREZZA A SEGUITO DI ORDINANZA SINDACALE
N.37 DEL 29-06-2018. AFFIDAMENTO INCARICO DI PROGETTAZIONE
E DIREZIONE LAVORI - ING. GIOVANNI AMADIO

COMMITTENTE

COMUNE DI MONTEDINOVE

TIMBRO E FIRMA

OGGETTO

RELAZIONE ILLUSTRATIVA
RELAZIONE SUI MATERIALI
RELAZIONE DI CALCOLO

ELAB.

N.

R_1

Ing. Giovanni Amadio

via delle Canterine 24,
Ascoli Piceno, 63100.

P.IVA: 02209900444

mail: ing.giovanni.amadio@gmail.com

PEC: giovanni.amadio@ingpec.eu



PROGETTISTA

N.	DATA	REDAZ.	CHECK	APPROV.	DESCRIZIONE
0	LUG.18	M.C.	G.A.	G.A.	CONSEGNA
1	SET.18	M.C.	G.A.	G.A.	INTEGRAZIONI
2					
3					
4					
5					

SOMMARIO

NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
MATERIALI ESISTENTI.....	4
MURATURA IN MATTONI PIENI E MALTA	4
MATERIALI NUOVI	4
ACCIAIO DA CARPENTERIA	5
LEGNO MASSICCIO	5
BULLONI E CHIODI	6
VALUTAZIONE AZIONE SISMICA.....	7
analisi dei carichi.....	8
RISULTATI ANALISI CINEMATICA.....	8
VERIFICA elementi strutturali	11
VERIFICA TRAVERSO	11
ALLEGATO	12
REPORT DI CALCOLO ANALISI CINEMATICA	12

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

La relazione in oggetto riguarda la progettazione delle opere provvisoriale per la messa in sicurezza della torre campanaria della chiesa "S.Lorenzo", di proprietà della parrocchia "S.Lorenzo", diocesi di San Benedetto del Tronto Ripatransone e Montalto, danneggiata a seguito degli eventi sismici che hanno colpito il centro Italia negli ultimi anni a partire da Agosto 2016.

Allo stato attuale, la cella campanaria presenta **un pericolo di crollo su pubblica via/Piazza** del centro storico del Comune di Montedinove.

La chiesa di S. Lorenzo è situata in via del Duca, nel centro storico del Comune di Montedinove, come riportato nella foto area di seguito riportata.



La cella campanaria ha pianta quadrangolare con lati nord e sud di 4,31 m, lati est e ovest di 4,11 m. Andando in alto il campanile raggiunge un'altezza in sommità della cupola pari a 25,00 m. La struttura portante del manufatto è in muratura con mattoni pieni di spessore pari a 76cm. All'interno della torre è presente una scala in c.a. a sbalzo dalle pareti in muratura, per il raggiungimento della parte alta del manufatto.

La torre occupa il lato nord dell'abside della chiesa, che con la canonica costituiscono un unico aggregato edilizio. Al livello 19,50 c'è la cella campanaria contenente 3 campane a distesa, una centrale di dimensioni maggiori e due laterali più piccole.

I quattro lati della cella che precede la cupola presentano finestre ad arco al centro e finestrelle rettangolari superiori.

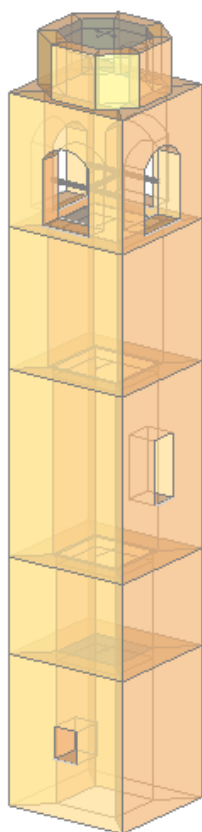
L'intera costruzione risale intorno al XVIII secolo, con l'ultimo restauro eseguito nel 2015 per il rifacimento della copertura dell'abside e l'inserimento delle catene.

Gli eventi sismici degli ultimi anni hanno inferto al campanile delle lesioni, in corrispondenza del sostegno della campana centrale, evidenziandone numerose vulnerabilità senza tuttavia determinare il crollo.

L'intervento di messa in sicurezza della cella campanaria, consiste nella realizzazione della cerchiatura della sommità della torre, mediante l'utilizzo di traversi con tirantatura laterale esterna e nella realizzazione della centinatura in legno delle aperture presenti su tutte e quattro le facciate del manufatto stesso.

I traversi sono disposti su più file, in numero totale di 4 per lato e sono realizzati in acciaio con profili accoppiati di tipo UPN 120 in acciaio S275 e con tirantatura laterale esterna costituita da tondi fi 16 disposti anche tra le aperture della cella campanaria.

Si riporta a seguire l'immagine del modello 3D della torre campanaria



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. del 17.01.2018

Norme Tecniche per le Costruzioni

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617

Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

RELAZIONE SUI MATERIALI

MATERIALI ESISTENTI

MURATURA IN MATTONI PIENI E MALTA

Tipologia di muratura	f_m [daN/cm ²]	τ_0 [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	w [daN/m ³]
	min - max	min - max	min - max	min - max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	10.0 18.0	0.20 0.32	6900 10500	2300 3500	1900
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	20.0 30.0	0.35 0.51	10200 14400	3400 4800	2000
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	26.0 38.0	0.56 0.74	15000 19800	5000 6600	2100
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	14.0 24.0	0.28 0.42	9000 12600	3000 4200	1600
Muratura a blocchi lapidei squadriati	60.0 80.0	0.90 1.20	24000 32000	7800 9400	2200
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	24.0 40.0	0.60 0.92	12000 18000	4000 6000	1800
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura < 40%)	50.0 80.0	2.40 3.20	35000 56000	8750 14000	1500
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	40.0 60.0	3.00 4.00	36000 54000	10800 16200	1200
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	30.0 40.0	1.00 1.30	27000 36000	8100 10800	1100
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	15.0 20.0	0.95 1.25	12000 16000	3000 4000	1200
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	30.0 44.0	1.80 2.40	24000 35200	6000 8800	1400

MATERIALI NUOVI

ACCIAIO DA CARPENTERIA

ACCIAIO S275

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	260	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550

Modulo di elasticità normale $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità tangenziale $G = 80.000 \text{ N/mm}^2$

LEGNO MASSICCIO

C16

		Conifere													Latifoglie						
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Proprietà di resistenza (in N/mm ²)																					
Flessione	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Taglio	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Proprietà di rigidità (in kN/mm ²)																					
Media del modulo di elasticità parallela	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
Modulo di elasticità parallela al 5%	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Media del modulo di elasticità perpendicolare	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Media del modulo di taglio	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Massa volumica (in kg/m ³)																					
Massa volumica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Massa volumica media	ρ_{media}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1 080

Assunto quale materiale il C16 occorre fare le seguenti precisazioni:

circa il paragrafo 4.4.4 della norma si assume la classe breve di durata del carico per tutte le azioni agenti; ai sensi del paragrafo 4.4.5 della norma si considera la Classe di Servizio 2.

Il valore di una proprietà del materiale, per la formula (4.4.1) della norma, sarà allora:

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

dove:

- $\gamma_M = 1,5$ per la tabella 4.4.III della norma;
- $k_{\text{mod}} = 0,90$ per la tabella 4.4.IV della norma, sempre ipotizzando una durata breve del carico per tutte le azioni agenti;

In definitiva:

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot X_k}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot X_k}{1,50} = 0,60 \cdot X_k$$

dove:

- X_k = valore caratteristico della proprietà del materiale.

BULLONI E CHIODI

(§ 11.3.4.6.1) Le caratteristiche dei bulloni dovranno essere conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 ed essi debbono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella seguente tabella:

	Normali			Ad alta resistenza	
VITE	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
DADO	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella soprastante sono riportate nella tabella che segue:

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} [N/mm ²]	240	300	480	649	900
F_{tb} [N/mm ²]	400	500	600	800	1000

RELAZIONE DI CALCOLO

Le opere provvisionali riguardanti la messa in sicurezza della cella campanaria, consistono nella realizzazione di una tirantatura diffusa con traversi in acciaio (profili accoppiati 2UPN240) ad interasse variabile lungo le 4 facce della torre e tiranti in acciaio con tondi fi 16, con la funzione di collegare la parete da presidiare alla parete opposta. Tale intervento consente di evitare per trattenuta il ribaltamento e lo spanciamento delle pareti fuori dal piano.

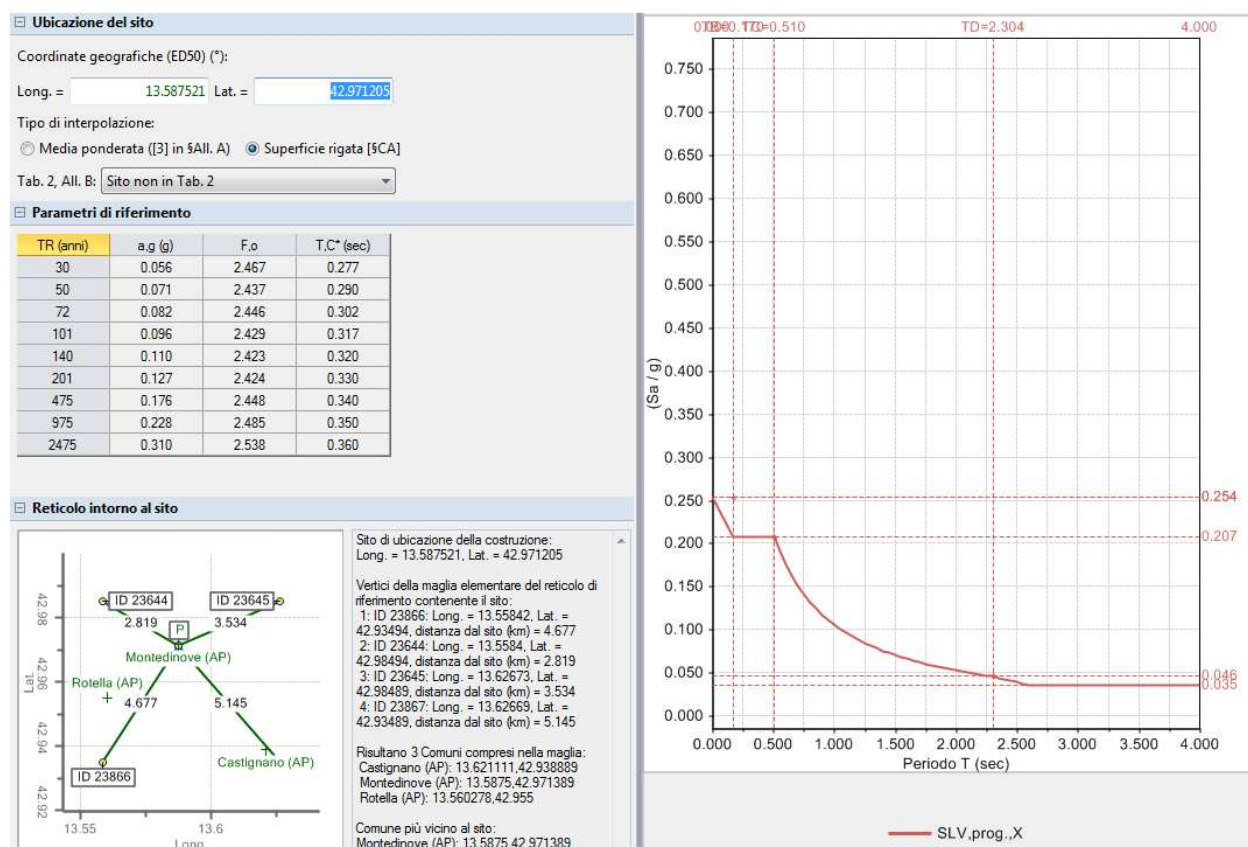
Inoltre, in aggiunta all'intervento suddetto vengono eseguite le opere di sbadacchiatura delle aperture con elementi lignei.

Il dimensionamento delle opere provvisionali è stato effettuato calcolando gli elementi principali dell'opera (funi, ritti etc...) e definendo come conseguenza dei primi, la dimensione degli elementi per l'assemblaggio. I traversi sono stati dimensionati per taglio e flessione. I tiranti sono dimensionati per trattenere i traversi e, dunque, per contrastare l'azione derivante dal cinematismo fuori piano della parete da presidiare durante un evento sismico.

Le caratteristiche della muratura da presidiare sono:

- Spessore parete muraria variabile da 1,00 mt a 0,50 mt
- Larghezza della facciata 4,30 mt
- Peso specifico della muratura $\gamma=20$ KN/mc

VALUTAZIONE AZIONE SISMICA



ANALISI DEI CARICHI

I carichi agenti sull'opera di puntellamento sono rappresentati dalla copertura a cupola in mattoni, dal peso proprio della muratura, dal peso proprio delle scale in c.a. per accedere alla cella campanaria e dal peso delle campane stesso:

scala

- Peso proprio (G_1): $4,80 \text{ KN/m}^2$

Copertura

- Peso proprio (G_1): 30 KN/m^2

Campana

- Peso proprio (G_1): 8 KN

RISULTATI ANALISI CINEMATICA

01. ribaltamento semplice parete ovest

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.921$$

■ SLV

$$\text{PGA}_{\text{CLV}} / \text{PGA}_{\text{DLV}} = 0.381 / 0.254 = 1.502$$

$$\text{TR}_{\text{CLV}} / \text{TR}_{\text{DLV}} = 2475 / 475 = 5.211$$



02. ribaltamento semplice parete ovest cella campanaria

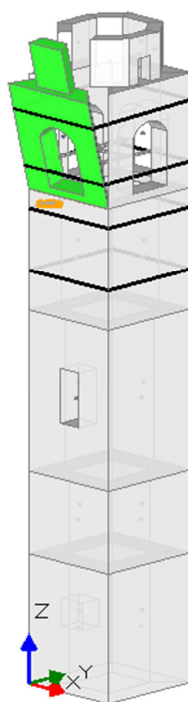
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.760$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.381 / 0.254 = 1.502$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$$



03. ribaltamento semplice parete nord cella campanaria

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.734$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.381 / 0.254 = 1.502$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$$



04. ribaltamento semplice parete sud livello abside

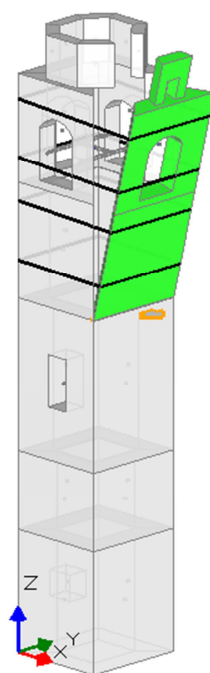
Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.873$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.381 / 0.254 = 1.502$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$$



05. flessione verticale parete sud

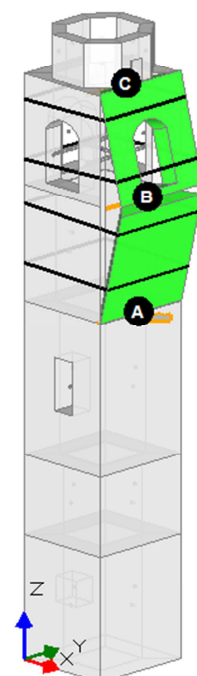
Flessione di parete vincolata ai bordi

$$\alpha_0 = 1.252$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.381 / 0.254 = 1.502$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$$



06. flessione verticale parete est

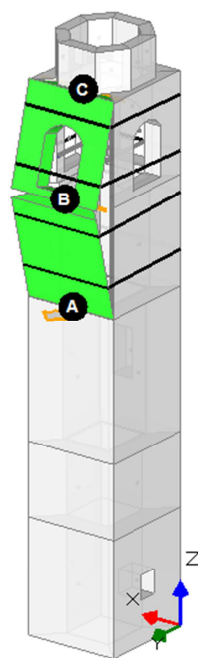
Flessione di parete vincolata ai bordi

$$\alpha_0 = 1.404$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.381 / 0.254 = 1.502$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$$



VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

VERIFICA TRAVERSO

Il traverso è realizzato in acciaio S275 con due profili accoppiati UPN120

- $f_{y,k} = 275\text{MPa}$
- $\gamma_M = 1,05$
- $f_{y,d} = 261,9\text{MPa}$

Caratteristiche della sezione

- $A = 33,96\text{cm}^2$
- Area resistente a taglio = $14,3\text{cm}^2$
- $W_{pl} = 121,36\text{cm}^3$
- $M_r = 31,72\text{KN} \cdot \text{m}$ momento resistente
- $V_r = 214\text{KN}$ taglio resistente

Il traverso viene schematizzato come trave semplicemente appoggiata.

Considerando il tiro massimo pari a 40KN di ciascun tirante collegato al traverso e una lunghezza dell'asta pari a 6,00mt, si determinano le seguenti sollecitazioni di momento flettente e di taglio:

- $M_{\max} = 27,65\text{KN} \cdot \text{m} < \text{Momento resistente VERIFICA OK}$
- $V_r = 20\text{KN} < \text{Taglio resistente VERIFICA OK}$

REPORT DI CALCOLO ANALISI CINEMATICA

2. 1) ribaltamento semplice parete ovest

Ribaltamento semplice

Il cinematisimo presenta un asse di rotazione

Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
18.811	23.750	13.500	0.538	1.385	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

γ = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
0.000	0.126	13.500	3.897	0.126	13.500	0.000	1.000	0.00	0.741	3.897

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	1.949	0.369	15.700	0.00	0.00	-195.72	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	3.897	0.000	17.192	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	0.000	0.000	17.192	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	0.000	0.000	17.192	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	3.897	0.000	17.192	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	0.000	0.000	14.937	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	3.897	0.000	14.937	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	3.897	0.000	14.937	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	0.000	0.000	14.937	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da solaio	1.949	0.800	17.600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	peso proprio	1.949	0.336	20.238	0.00	0.00	-121.86	0.00	0.00	0.00	0.30
12	generico	2.801	0.375	19.161	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	0.000	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da catena	0.000	0.000	18.846	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
15	da catena	3.897	0.000	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
16	da catena	3.897	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
17	da catena	0.000	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
18	da catena	0.000	0.000	21.085	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
19	da catena	3.897	0.000	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
20	da catena	3.897	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
21	peso proprio	1.969	0.489	22.900	0.00	0.00	-21.01	0.00	0.00	0.00	0.30
22	da solaio	1.962	0.750	23.450	0.00	0.00	-21.94	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Catene

Dati:

n.	a	d	f _{yd}	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm ²	Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm ²														
N/mm ²	mm ²	mm	N/mm ²	a	b	s	s	f _m	τ ₀	σ _N	τ	f _d	f _{vd}	s	f _m	τ ₀	σ _N	τ	f _d	f _{vd}
f _{vd}																				

```

---|
| 2| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 3| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 4| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 5| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 6| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 7| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 8| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
| 9| 201| 16| 200 |300|300| 30| 800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
800|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|13| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|14| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|15| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|16| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|17| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|18| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|19| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|20| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|

```

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
3	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
4	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
5	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
6	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
7	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
8	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
9	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
13	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
14	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
15	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
16	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
17	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
18	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
19	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
20	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro τ_0 ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio σ_N , resistenza media a taglio τ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel calcolo

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2 Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-195.72	0.00	-195.72	0.000	-2.200	0.243	-47.519	430.617
2	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.692	-0.127	-148.450	0.000
3	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.692	-0.127	-148.450	0.000
4	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.692	-0.127	0.000	0.000
5	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.692	-0.127	0.000	0.000
6	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.437	-0.126	0.000	0.000
7	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.437	-0.126	0.000	0.000
8	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.437	-0.126	-57.793	0.000
9	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-1.437	-0.126	-57.793	0.000
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-4.100	0.672	0.000	0.000
11	0.00	0.00	-121.86	0.00	-121.86	0.000	-6.738	0.207	-25.189	821.149

12	0.00	0.00	-2.00	0.00	-2.00	0.000	-5.661	0.247	-0.493	11.322
13	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-5.346	-0.128	-214.949	0.000
14	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-5.346	-0.128	0.000	0.000
15	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-5.346	-0.128	0.000	0.000
16	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-5.346	-0.128	-214.949	0.000
17	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-7.585	-0.129	-305.005	0.000
18	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-7.585	-0.129	0.000	0.000
19	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-7.585	-0.129	0.000	0.000
20	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-7.585	-0.129	-305.005	0.000
21	0.00	0.00	-21.01	0.00	-21.01	0.000	-9.400	0.359	-7.537	197.458
22	0.00	0.00	-21.94	0.00	-21.94	0.000	-9.950	0.619	-13.592	218.333

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X,\delta Y,\delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,...,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,...,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.921	27184	0.735	0.928

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta,E = 0.800$

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.127	0.232	0.232	0.381	2475	261	1.502	5.211

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ,E,SLV,PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ,E,SLV,TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

3. 2) ribaltamento semplice parete ovest cella campanaria

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
7.937	23.750	17.900	0.538	1.385	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

γ = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)	Coord. punto finale (m)	Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	(m)	(kN)	(N/mm ²)	(m)
0.000	0.058	17.900	3.897	0.058	17.900	0.000
						1.000
						0.00
						0.741
						3.897

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)	Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2		
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	1.949	0.336	20.238	0.00	0.00	-121.86	0.00	0.00	0.00	0.30
2	generico	2.801	0.375	19.161	0.00	0.00	-2.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	0.000	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	0.000	0.000	18.846	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	3.897	0.000	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	3.897	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	0.000	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	0.000	0.000	21.085	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	3.897	0.000	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da catena	3.897	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
11	peso proprio	1.969	0.489	22.900	0.00	0.00	-21.01	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da solaio	1.962	0.750	23.450	0.00	0.00	-21.94	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Catene

Dati:

n.	a	d	fvd	Piastre(mm)				Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm^2												Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm^2			
N/mm^2	mm^2	mm	N/mm^2	a	b	s	s	fm	τ0	σN	τ	fd	fvd	s	fm	τ0	σN	τ	fd				
fvd																							

	3	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	4	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	5	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	6	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	7	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	8	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	9	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	
	10	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022									
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022																	

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
3	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
4	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
5	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
6	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
7	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
8	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
9	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
10	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro τ_0 ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio σ_N , resistenza media a taglio τ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel calcolo

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi^2 Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-121.86	0.00	-121.86	0.000	-2.338	0.277	-33.719	284.958
2	0.00	0.00	-2.00	0.00	-2.00	0.000	-1.261	0.317	-0.633	2.522
3	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.946	-0.058	-38.026	0.000
4	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.946	-0.058	0.000	0.000
5	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.946	-0.058	0.000	0.000
6	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-0.946	-0.058	-38.026	0.000
7	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.185	-0.059	-128.082	0.000
8	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.185	-0.059	0.000	0.000
9	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.185	-0.059	0.000	0.000
10	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	-3.185	-0.059	-128.082	0.000
11	0.00	0.00	-21.01	0.00	-21.01	0.000	-5.000	0.429	-9.008	105.033
12	0.00	0.00	-21.94	0.00	-21.94	0.000	-5.550	0.689	-15.128	121.787

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2 Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum_{i=1}^n [P_i \delta Y_i] + \sum_{j=1}^o [F_h \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2 = \sum_{i=1}^n [P_i \delta X_i] + \sum_{j=n+1}^{n+m} [P_j \delta X_j]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

α_0	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.760	14418	0.848	0.664

α_0 = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 0.800$

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.127	0.307	0.307	0.381	2475	261	1.502	5.211

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

4. 3) ribaltamento semplice parete nord cella campanaria

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m³)	(m)	(m)	(sec)			
8.552	23.750	17.500	0.538	1.385	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

γ = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)	Coord. punto finale (m)	Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	(m)	(kN)	(N/mm²)	(m)
0.058	4.098	17.900	0.058	0.000	17.900	0.000

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)	Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2		
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	0.339	2.049	20.216	0.00	0.00	-133.11	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	0.000	4.098	18.846	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	0.000	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	0.000	0.000	18.846	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	0.000	4.098	18.846	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	0.000	4.098	21.085	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	0.000	4.098	21.085	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	0.000	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	0.000	0.000	21.085	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	peso proprio	0.491	1.968	22.900	0.00	0.00	-20.82	0.00	0.00	0.00	0.30
11	da solaio	0.750	1.980	23.450	0.00	0.00	-22.41	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Catene

Dati:

Tab.11																			
N/mm ²		Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm ² Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm ²																	
fvd		mm ² mm	N/mm ²	a	b	s	s	f _m	τ ₀	σ _N	τ	f _d	f _{vd}	s	f _m	τ ₀	σ _N	τ	f _d

2	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
3	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
4	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
5	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
6	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
7	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
8	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
9	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
----	-------------	--------------	--------------	-----------	-------------------

2	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
3	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
4	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
5	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
6	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
7	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
8	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
9	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro τ_0 ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio σ_N , resistenza media a taglio τ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel calcolo

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi^2Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-133.11	-133.11	0.00	-2.316	0.000	0.280	-37.278	308.307
2	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	-0.946	0.000	-0.059	0.000	0.000
3	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	-0.946	0.000	-0.059	0.000	0.000
4	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.946	0.000	-0.059	-38.026	0.000
5	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.946	0.000	-0.059	-38.026	0.000
6	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.185	0.000	-0.060	-128.082	0.000
7	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	-3.185	0.000	-0.060	0.000	0.000
8	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	-3.185	0.000	-0.060	0.000	0.000
9	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.185	0.000	-0.060	-128.082	0.000
10	0.00	0.00	-20.82	-20.82	0.00	-5.000	0.000	0.431	-8.967	104.106
11	0.00	0.00	-22.41	-22.41	0.00	-5.550	0.000	0.689	-15.443	124.378

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum_{i=1}^n [P_i \delta Y_i] + \sum_{o=1}^o [F_h \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2 = \sum_{i=1}^n [P_i \delta X_i] + \sum_{j=n+1}^{n+m} [P_j \delta X_j]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

α_0	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
0.734	15264	0.849	0.640

α_0 = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 0.800$

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.127	0.300	0.300	0.381	2475	261	1.502	5.211

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

5. 4) ribaltamento semplice parete sud livello abside

Ribaltamento semplice

Il cinematismo presenta un asse di rotazione

Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m ³)	(m)	(m)	(sec)			
19.945	23.750	13.500	0.538	1.385	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

γ = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Asse di rotazione

Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm^2)	(m)
3.767	0.000	13.500	3.767	4.098	13.500	0.000	1.000	0.00	0.741	4.098

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	3.533	2.049	15.700	0.00	0.00	-209.46	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	3.897	0.000	17.192	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	3.897	4.098	17.192	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	3.897	4.098	17.192	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	3.897	0.000	17.192	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	3.897	0.000	14.937	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	3.897	0.000	14.937	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	3.897	4.098	14.937	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	3.897	4.098	14.937	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da solaio	3.097	2.049	17.600	0.00	0.00	-13.77	0.00	0.00	0.00	0.00
11	peso proprio	3.565	2.049	20.214	0.00	0.00	-133.96	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	3.897	0.000	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	3.897	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da catena	3.897	4.098	18.846	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
15	da catena	3.897	4.098	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
16	da catena	3.897	4.098	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
17	da catena	3.897	0.000	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
18	da catena	3.897	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
19	da catena	3.897	4.098	21.085	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
20	peso proprio	3.415	2.051	23.025	0.00	0.00	-15.59	0.00	0.00	0.00	0.30
21	da solaio	3.147	2.049	23.450	0.00	0.00	-21.86	0.00	0.00	0.00	0.00

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Catene

Dati:

Bati:																						
N/mm ²	n.	a	d	fyd	Piastre(mm)	Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm ²										Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm ²						
		mm ²	mm	N/mm ²	a	b	s	s	fm	τ0	σN	τ	fd	fvd	s	fm	τ0	σN	τ	fd		
fvd		-----																				
---		2	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800		2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	3	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	
800		2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	4	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	
800		2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	5	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	
800		2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	6	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022	
800		2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022															

800	7	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	8	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	9	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	12	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	13	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	14	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	15	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	16	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	17	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	18	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	19	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
3	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
4	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
5	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
6	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
7	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
8	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
9	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
12	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
13	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
14	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
15	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
16	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
17	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
18	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
19	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro τ_0 ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio σ_N , resistenza media a taglio τ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel calcolo

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2 Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-209.46	209.46	0.00	2.200	0.000	0.233	-48.727	460.843
2	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.132	0.000	0.000
3	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.132	0.000	0.000
4	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.132	-148.450	0.000
5	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.132	-148.450	0.000
6	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.131	-57.793	0.000
7	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.131	0.000	0.000
8	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.131	0.000	0.000
9	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.131	-57.793	0.000
10	0.00	0.00	-13.77	13.77	0.00	4.100	0.000	0.668	-9.198	56.466
11	0.00	0.00	-133.96	133.96	0.00	6.715	0.000	0.199	-26.614	899.446
12	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	5.346	0.000	-0.133	-214.949	0.000
13	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	5.346	0.000	-0.133	0.000	0.000
14	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	5.346	0.000	-0.133	0.000	0.000
15	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	5.346	0.000	-0.133	-214.949	0.000
16	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	7.585	0.000	-0.134	-305.005	0.000
17	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	7.585	0.000	-0.134	-305.005	0.000
18	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	7.585	0.000	-0.134	0.000	0.000
19	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	7.585	0.000	-0.134	0.000	0.000
20	0.00	0.00	-15.59	15.59	0.00	9.525	0.000	0.348	-5.420	148.502
21	0.00	0.00	-21.86	21.86	0.00	9.950	0.000	0.615	-13.443	217.495

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi^2 Q$ nel sistema XYZ
EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico
 $\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ
(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione pari a 1 mrad)
L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum(1,...,n) [Pi \cdot \delta Yi] + \sum(1,...,o) [Fh \cdot \delta h]$
L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):
 $L2 = \sum(1,...,n) [Pi \cdot \delta Xi] + \sum(n+1,...,n+m) [Pj \cdot \delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

$\alpha 0$	M*	e*	a0*
(g)	(kgm)		(g)
0.873	29833	0.741	0.872

$\alpha 0$ = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 0.800$

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.127	0.232	0.232	0.381	2475	261	1.502	5.211

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

6. 5) flessione verticale parete sud

Flessione di parete vincolata ai bordi

Il cinematismo presenta: un asse di rotazione inferiore; un asse di rotazione intermedio;
un asse di rotazione nella posizione del carrello di sommità

Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m^3)	(m)	(m)	(sec)			
19.079	23.750	13.500	0.538	1.385	1.350	

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo

H = altezza della struttura rispetto alla fondazione

Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo
tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura

T1 = primo periodo di vibrazione

γ = Coefficiente di partecipazione modale

FC = fattore di confidenza

SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Assi di rotazione

n.	Coord. punto iniziale (m)	Coord. punto finale (m)	Arretr.	K	N	fd	a
	X	Y	Z	X	Y	Z	(m)
1	3.779	0.000	13.500	3.779	4.098	13.500	0.000
2	3.141	0.000	17.900	3.141	4.098	17.900	0.000
3	3.147	0.000	22.050	3.147	4.098	22.050	0.000

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	3.533	2.049	15.700	0.00	0.00	-209.46	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	3.897	0.000	17.192	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	3.897	4.098	17.192	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	3.897	4.098	17.192	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	3.897	0.000	17.192	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	3.897	0.000	14.937	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	3.897	0.000	14.937	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	3.897	4.098	14.937	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

9	da catena	3.897	4.098	14.937	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da solaio	3.097	2.049	17.600	0.00	0.00	-13.77	0.00	0.00	0.00	0.00
11	peso proprio	3.565	2.049	20.214	0.00	0.00	-133.96	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	3.897	0.000	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	3.897	0.000	18.846	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da catena	3.897	4.098	18.846	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
15	da catena	3.897	4.098	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
16	da catena	3.897	4.098	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
17	da catena	3.897	0.000	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
18	da catena	3.897	0.000	21.085	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
19	da catena	3.897	4.098	21.085	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ_2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ_2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione,

mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Catene

Dati:

| n. | a | d | fyd | Piastre(mm) | Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm² | Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm² |

| fvd |

2	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
3	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
4	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
5	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
6	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
7	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
8	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
9	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
12	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
13	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
14	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
15	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
16	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
17	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
18	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							
19	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022							

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
3	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
4	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
5	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
6	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
7	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
8	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
9	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
12	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
13	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
14	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
15	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
16	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
17	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
18	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
19	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro τ_0 ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio σ_N , resistenza media a taglio τ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel calcolo

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2 Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-209.46	209.46	0.00	2.200	0.000	0.245	-51.312	460.844
2	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.120	0.000	0.000
3	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.120	0.000	0.000
4	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.120	-148.450	0.000
5	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.692	0.000	-0.120	-148.450	0.000
6	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.118	-57.793	0.000
7	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.118	0.000	0.000
8	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.118	0.000	0.000
9	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.437	0.000	-0.118	-57.793	0.000
10	0.00	0.00	-13.77	13.77	0.00	4.100	0.000	0.680	-9.368	56.466
11	0.00	0.00	-133.96	133.96	0.00	1.946	0.000	1.084	-145.219	260.678
12	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.397	0.000	1.437	-136.599	0.000
13	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	3.397	0.000	1.437	0.000	0.000
14	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	3.397	0.000	1.437	0.000	0.000
15	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	3.397	0.000	1.437	-136.599	0.000
16	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.022	0.000	1.436	-41.111	0.000
17	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.022	0.000	1.436	-41.111	0.000
18	0.00	40.21	0.00	0.00	0.00	1.022	0.000	1.436	0.000	0.000
19	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	1.022	0.000	1.436	0.000	0.000

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi_2 Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione $n^\circ 1$ pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1 = \sum_{i=1}^n [P_i \delta Y_i] + \sum_{o=1}^o [F_h \delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2 = \sum_{i=1}^n [P_i \delta X_i] + \sum_{j=n+1}^{n+m} [P_j \delta X_j]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

α_0	M*	e*	a0*
	(kgm)		(g)
1.252	35214	0.967	0.959

α_0 = moltiplicatore di collasso

M* = massa partecipante (C8A.4.3)

e* = frazione di massa partecipante

a0* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 0.800$

SLV: Verifiche di sicurezza

a1*	a2*	a*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.127	0.232	0.232	0.381	2475	261	1.502	5.211

a1* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a2* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

7. 6) flessione verticale parete est

Flessione di parete vincolata ai bordi

Il cinematisimo presenta: un asse di rotazione inferiore; un asse di rotazione intermedio;

un asse di rotazione nella posizione del carrello di sommità

Dati generali

V	H	Z	T1	γ	FC	SLD
(m^3)	(m)	(m)	(sec)			

17.747	23.750	13.500	0.538	1.385	1.350
--------	--------	--------	-------	-------	-------

V = volume dei corpi partecipanti al meccanismo
H = altezza della struttura rispetto alla fondazione
Z = altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle linee di vincolo tra i corpi del meccanismo ed il resto della struttura
T1 = primo periodo di vibrazione
γ = Coefficiente di partecipazione modale
FC = fattore di confidenza
SLD = X indica che è richiesta la verifica di sicurezza per SLD

Assi di rotazione

n.	Coord. punto iniziale (m)			Coord. punto finale (m)			Arretr.	K	N	fd	a
	X	Y	Z	X	Y	Z	(m)		(kN)	(N/mm ²)	(m)
1	3.897	3.987	13.500	0.000	3.987	13.500	0.111	1.000	319.44	0.741	3.897
2	3.897	3.390	17.900	0.000	3.390	17.900	0.043	1.000	122.70	0.741	3.897
3	3.897	3.348	22.050	0.000	3.348	22.050					

n. = numero consecutivo dell'asse di rotazione

X,Y,Z = coordinate dei punti iniziale e finale dell'asse di rotazione (considerando l'eventuale arretramento)

Carichi

n.	tipologia	Punto di applicazione (m)			Carico permanente G (kN)			Carico variabile Q (kN)			ψ2
		X	Y	Z	GX	GY	GZ	QX	QY	QZ	
1	peso proprio	1.949	3.736	15.700	0.00	0.00	-196.74	0.00	0.00	0.00	0.30
2	da catena	3.897	4.098	17.192	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
3	da catena	3.897	4.098	17.192	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
4	da catena	0.000	4.098	17.192	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
5	da catena	0.000	4.098	17.192	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
6	da catena	3.897	4.098	14.937	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
7	da catena	3.897	4.098	14.937	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
8	da catena	0.000	4.098	14.937	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
9	da catena	0.000	4.098	14.937	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
10	da solaio	1.949	3.298	17.600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	peso proprio	1.949	3.769	20.236	0.00	0.00	-122.70	0.00	0.00	0.00	0.30
12	da catena	0.000	4.098	18.846	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
13	da catena	3.897	4.098	18.846	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
14	da catena	3.897	4.098	18.846	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
15	da catena	0.000	4.098	18.846	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
16	da catena	3.897	4.098	21.085	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
17	da catena	0.000	4.098	21.085	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
18	da catena	0.000	4.098	21.085	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
19	da catena	3.897	4.098	21.085	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

n. = numero consecutivo del carico

tipologia: peso proprio, da solaio, catena o generico

X,Y,Z = coordinate del punto di applicazione del carico nel sistema di riferimento globale XYZ

GX,GY,GZ, QX,QY,QZ = componenti del carico nel sistema XYZ

ψ2 = coefficiente di combinazione per il carico variabile (Tab.2.5.i), il valore di ψ2

(per carichi da solaio con più variabili aventi diversi coefficienti di combinazione, mostrato in tabella è pari alla media pesata: $P=G+\psi_2*Q$, con G e Q carichi totali del solaio)

Catene

Dati:

N/mm ²	n.	a	d	f _{yd}	Piastre(mm)				Muro iniz.: s in mm., tensioni in N/mm ²				Muro fin.: s in mm., tensioni in N/mm ²							
		mm ²	mm	N/mm ²	a	b	s	s	f _m	τ ₀	σ _N	τ	f _d	f _{vd}	s	f _m	τ ₀	σ _N	τ	f _d
fvd																				

	2	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	3	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	4	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	5	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	6	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	7	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	8	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	9	201	16	200	300	300	30	800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
800	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														
	12	201	16	200	300	300	30	750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022						
750	2.400	0.060	0.000	0.060	0.889	0.022														

```

|13| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|14| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|15| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|16| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|17| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|18| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
|19| 201| 16| 200 |300|300| 30| 750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|
750|2.400|0.060|0.000|0.060|0.889|0.022|

```

Trazioni (kN):

n.	Snervamento	Punzonamento	Penetrazione	Flessione	Valore di calcolo
2	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
3	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
4	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
5	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
6	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
7	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
8	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
9	40.212	65.185	80.000	240.000	40.212
12	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
13	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
14	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
15	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
16	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
17	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
18	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210
19	40.212	58.333	80.000	240.000	40.210

Dati:

n. = numero del carico corrispondente alla catena

a, d: sezione, diametro; fyd: tensione di snervamento

Piastre di ancoraggio: a = dim.verticale, b = dim.orizzontale, s = spessore

Muro (iniziale/finale): spessore; resistenza media a compressione fm, resistenza a taglio puro τ_0 ,

tensione di compressione verticale all'altezza dell'ancoraggio σ_N , resistenza media a taglio τ ,

resistenza di progetto a compressione fd, resistenza di progetto a taglio fvd

Trazioni: snervamento tirante, punzonamento muratura nelle zone di ancoraggio,

penetrazione dovuta ad eccesso di pressione di contatto, flessione capochiave, trazione considerata nel calcolo

Forze, spostamenti, lavoro

n.	Carico totale $G+\psi_2 Q$ (kN)			Forza inerziale(kN)		Spostamenti virtuali (mm)			Lavoro virtuale (kN*mm)	
	PX	PY	PZ	EX	EY	δX	δY	δZ	L1	L2
1	0.00	0.00	-196.74	0.00	196.74	0.000	2.200	0.250	-49.163	432.848
2	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	3.692	-0.113	-148.450	0.000
3	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	3.692	-0.113	0.000	0.000
4	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	3.692	-0.113	0.000	0.000
5	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	3.692	-0.113	-148.450	0.000
6	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	1.437	-0.111	-57.793	0.000
7	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	1.437	-0.111	0.000	0.000
8	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	1.437	-0.111	0.000	0.000
9	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	1.437	-0.111	-57.793	0.000
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	4.100	0.687	0.000	0.000
11	0.00	0.00	-122.70	0.00	122.70	0.000	1.923	0.995	-122.118	235.925
12	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	3.397	1.344	-136.599	0.000
13	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	3.397	1.344	-136.599	0.000
14	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	3.397	1.344	0.000	0.000
15	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	3.397	1.344	0.000	0.000
16	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	1.022	1.343	0.000	0.000
17	40.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	1.022	1.343	0.000	0.000
18	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	1.022	1.343	-41.111	0.000
19	0.00	-40.21	0.00	0.00	0.00	0.000	1.022	1.343	-41.111	0.000

n. = numero consecutivo del carico

PX,PY,PZ = componenti del carico totale $G+\psi_2 Q$ nel sistema XYZ

EX,EY = componenti orizzontali della forza inerziale corrispondente al carico

$\delta X, \delta Y, \delta Z$ = spostamenti virtuali del punto di applicazione del carico nel sistema XYZ

(angolo di rotazione virtuale intorno all'asse di rotazione $n^\circ 1$ pari a 1 mrad)

L1 = lavoro virtuale delle forze statiche. Da (C8A.4.1): $L1=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Yi]+\sum(1,...,o)[Fh*\delta h]$

L2 = lavoro virtuale delle forze inerziali (sismiche). Da (C8A.4.1):

$L2=\sum(1,...,n)[Pi*\delta Xi]+\sum(n+1,...,n+m)[Pj*\delta Xj]$

Moltiplicatore di collasso, Massa partecipante, Accelerazione di attivazione del meccanismo

α_0	M^*	e^*	a_0^*
------------	-------	-------	---------

	(kgm)		(g)
1.404	32439	0.996	1.045

α_0 = moltiplicatore di collasso

M^* = massa partecipante (C8A.4.3)

e^* = frazione di massa partecipante

a_0^* = accelerazione spettrale di attivazione del meccanismo (C8A.4.4)

Verifiche di sicurezza: valore obiettivo di $\zeta, E = 0.800$

SLV: Verifiche di sicurezza

a_1^*	a_2^*	a^*	PGA	TR	VN	PGA,CLV	TR,CLV
(g)	(g)	(g)	CLV	CLV	CLV	/PGA,DLV	/TR,DLV
0.127	0.232	0.232	0.381	2475	261	1.502	5.211

a_1^* = accelerazione spettrale richiesta su sistema rigido (C8A.4.9)

a_2^* = accelerazione spettrale richiesta su sistema deformabile (C8A.4.10)

PGA,CLV = capacità in termini di PGA per SLV

TR,CLV = capacità in termini di periodo di ritorno TR per SLV

VN,CLV = capacità in termini di Vita Nominale per SLV

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

8. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	α_0	PGA,CLD	TR,CLD	PGA,CLV	TR,CLV
		/PGA,DLD	/TR,DLD	/PGA,DLV	/TR,DLV
1	0.921	3.577	49.500	1.502	5.211
2	0.760	2.554	12.020	1.502	5.211
3	0.734	2.526	11.500	1.502	5.211
4	0.873	3.577	49.500	1.502	5.211
5	1.252	3.577	49.500	1.502	5.211
6	1.404	3.577	49.500	1.502	5.211

n. = numero consecutivo del cinematismo

α_0 = moltiplicatore di collasso

PGA,CLD / PGA,DLD = ζ, E, SLD, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD

TR,CLD / TR,DLD = ζ, E, SLD, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLD

PGA,CLV / PGA,DLV = ζ, E, SLV, PGA = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV = ζ, E, SLV, TR = indicatore di Rischio Sismico in termini di periodo di ritorno TR per SLV

Secondo All.a al D.M.14.1.2008, si considerano valori di TR compresi nell'intervallo [30,2475] anni. Se $TR > 2475$ si pone $TR = 2475$.

Se $TR < 30$, con riferimento al Programma di ricerca DPC-ReLUIIS (Unità di Ricerca CNR-ITC)

si adotta un'estrapolazione mediante una regressione sui tre valori di hazard $ag(30)$, $ag(50)$ e $ag(75)$, effettuata con la funzione di potenza: $ag(TR) = k \cdot TR^\alpha$.

Per il sito in esame risulta: $K = 0.012499202$, $\alpha = 0.441533739$

Per l'Indicatore di Rischio Sismico in termini di TR si ha quindi un limite massimo pari a:

SLD: $(2475/TR, DLD) = 49.500$

SLV: $(2475/TR, DLV) = 5.211$