

A.A. 2021/2022



UNIVERSITA' DEGLI STUDI GABRIELE D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI – LAUREA MAGISTRALE

TESI DI LAUREA:

RECUPERO STRUTTURALE E RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI  
UN AGGREGATO IN MURATURA A RAIANO (AQ)

RELATORI :

PROF. ING. GIUSEPPE BRANDO

PROF. ING. SERGIO MONTELPARE

LAUREANDO:

stud. FABIO MARIANI matr. N° 3152123

## **Ringraziamenti:**

**«Alla fine di questo elaborato, mi sembra doveroso dedicare uno spazio per ringraziare tutte le persone che, con il loro supporto, mi hanno aiutato in questo meraviglioso percorso di approfondimento delle conoscenze acquisite durante gli anni universitari.**

**Un sentito ringraziamento va ai miei due relatori, il prof.ing. Giuseppe Brando ed il prof.ing. Sergio Montelpare che mi hanno seguito, con disponibilità e gentilezza, in ogni step della realizzazione dell'elaborato, fin dalla scelta dell'argomento.**

**Non posso inoltre esimermi dal ringraziare l'azienda Aedes ed in particolare l'ing. Pugi che hanno messo a mia disposizione il loro potente software per il calcolo strutturale PCM versione ACADEMY.**

**Ringrazio infinitamente i miei genitori, che mi hanno sempre motivato a dare il meglio, ed in particolar modo mia madre e la mia cara nonnina ,che hanno condiviso con me gioie e dolori di questo percorso universitario».**

In conclusione di questa tesi di laurea possiamo dire che, nonostante l'aggregato oggetto di studio sia costituito da muratura fatiscente quindi con resistenza a compressione e modulo elastico scadenti, e nonostante la forma a C quindi non compatta e che si presta ad effetti torsionali in alcuni modi di vibrare, **si è riusciti a raggiungere un buon grado di miglioramento sismico raggiungendo un indice di rischio  $\zeta_E$  pari al 61 %.**

Anche le prestazioni energetiche con l'utilizzo di un intonaco isolante di cemento ad alte prestazioni ha raggiunto gli obiettivi previsti sia nella posa in opera interna (attraverso la verifica della condensa interstiziale ed il successivo calcolo della quantità d'acqua prodotta durante il periodo invernale), sia in quella esterna e per tutte le tipologie di muratura presenti nell'aggregato. Questi obiettivi sono stati raggiunti con spessori minimi, generalmente 5 mm (30 mm con spessori sovrapposti nei casi più gravi) per gli interventi strutturali con gli **FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix)** ed 8 mm per l'isolamento energetico, **quindi per un totale complessivo che va da 1,3 a 3,8 cm e comunque al massimo al di sotto dei 4 cm.** Una misura molto al di sotto dei normali metodi di recupero e riqualificazione energetica solitamente applicati in queste circostanze (solitamente intorno ai 10 cm e oltre). Si è poi visto, come il solo inserimento nella parete interna dei due interventi (quello strutturale e quello energetico), garantisce ottime prestazioni generali, a tutto vantaggio dell'estetica e della salvaguardia architettonica ed artistica delle facciate in muratura. Questo ultimo aspetto non è da sottovalutare perché vuol dire che queste tecnologie possono essere applicate anche ad edifici dal particolare pregio artistico la cui identità architettonica deve essere salvaguardata.

**Per quanto riguarda gli interventi locali** effettuati in conseguenza dei possibili cinematismi a cui l'aggregato potrebbe essere soggetto abbiamo utilizzato separatamente, al fine di confrontarli fra loro, **sia le catene metalliche, sia gli FRP (Fiber Reinforced Polymers)** composto da fibre di carbonio immerso in una matrice di resina organica. Da un punto di vista prestazionale gli FRP sono più efficienti e anche meno invasivi richiedono però particolare attenzione alla posa in opera, perché bisogna garantire l'aderenza al paramento murario. Di contro le catene metalliche sono un po' meno prestazionali e soprattutto sono abbastanza invasive nella loro applicazione. Si tratta però di una tecnologia collaudata ed affidabile e che, se viene utilizzata insieme agli FRCM e all'intonaco isolante, si possono ovviare i particolari effetti antiestetici sulle murature, che invece si hanno con l'utilizzo dell'intonaco armato tradizionale e soprattutto con i pannelli isolanti esterni, perché rimarrebbero troppo all'interno dei pannelli suddetti.

LE ANALISI SVOLTE CON IL SOFTWARE PCM AEDES SONO STATE LE SEGUENTI:

1A-ANALISI MODALE AGGREGATO ESISTENTE

1B-ANALISI MODALE AGGREGATO DI PROGETTO

2A-ANALISI STATICA NON SISMICA AGGREGATO ESISTENTE

2B-ANALISI STATICA NON SISMICA AGGREGATO DI PROGETTO

3A-ANALISI STATICA LINEARE AGGREGATO ESISTENTE

3B-ANALISI STATICA LINEARE AGGREGATO DI PROGETTO

4A-ANALISI DINAMICA LINEARE AGGREGATO ESISTENTE

4B-ANALISI DINAMICA LINEARE AGGREGATO DI PROGETTO

5A-ANALISI CINEMATICA AGGREGATO ESISTENTE

5B-ANALISI CINEMATICA AGGREGATO DI PROGETTO

SI RIPORTANO NELLE PAGINE SUCCESSIVE L'ANALISI CINEMATICA DELL'AGGREGATO DI PROGETTO SIA CON LA SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE, SIA QUELLA CON I NASTRI FRP E LE CONCLUSIONI CON I RAFFRONTI DEI RISULTATI FRA L'AGGREGATO ESISTENTE E QUELLO DI PROGETTO.



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

### 7.11.1-DATI DI CALCOLO- PARAMETRI SISMICI

#### 1. ANALISI CINEMATICA LINEARE

##### Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso CU = 1

Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN\*CU (anni) = 50

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 13.4909

- Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 42.0609

Tipo di interpolazione: superficie rigata [§CA]

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno TR di riferimento

(dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr.Tab.1 All.B al D.M.14.1.2008]):

TR (anni)	$a_g$ (*g)	$F_0$	$T_C^*$ (sec)
30	0.077	2.400	0.270
50	0.101	2.335	0.280
72	0.119	2.320	0.290
101	0.138	2.300	0.300
140	0.159	2.295	0.310
201	0.185	2.310	0.320
475	0.254	2.360	0.340
975	0.327	2.405	0.360
2475	0.446	2.455	0.380

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$a_g(TR) = K * TR^\alpha$ , dove:

$K = 0.014179230$ ,  $\alpha = 0.498249890$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR (Tab.3.2.I)

SLE: SLO 81  
SLE: SLD 63  
SLU: SLV 10  
SLU: SLC 5

$a_g(g)$   $F_0$   $T_C^*(sec)$  e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite secondo Normativa [§3.2.3]

Stato limite	TR (anni)	$a_g$ (*g)	$F_0$	$T_C^*$ (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLO	30	0.077	2.400	0.270	1.200	0.129	0.386	1.908	0.899
SLD	50	0.101	2.335	0.280	1.200	0.132	0.397	2.004	1.002
SLV	475	0.254	2.360	0.340	1.160	0.155	0.464	2.616	1.606
SLC	975	0.327	2.405	0.360	1.085	0.162	0.486	2.908	1.857

(parametri di spettro conformi al reticolo sismico secondo D.M. 14.1.2008)

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0

Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad:  $a_g * S$ , dove:  $S = SS * ST$ )

Componenti:

Spettro di risposta (componente orizzontale):

SLE: Smorzamento viscoso ( $\xi$ ) (%) = 5

$\eta = [10 / (5 + \xi)] = 1$

SLU: Fattore di Comportamento q per Analisi Cinematica = 2.0

# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

### 7.11.3- CINEMATISMO N.1 FACCIATA SUD

#### 01. Facciata sud

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.139$$

■ SLD

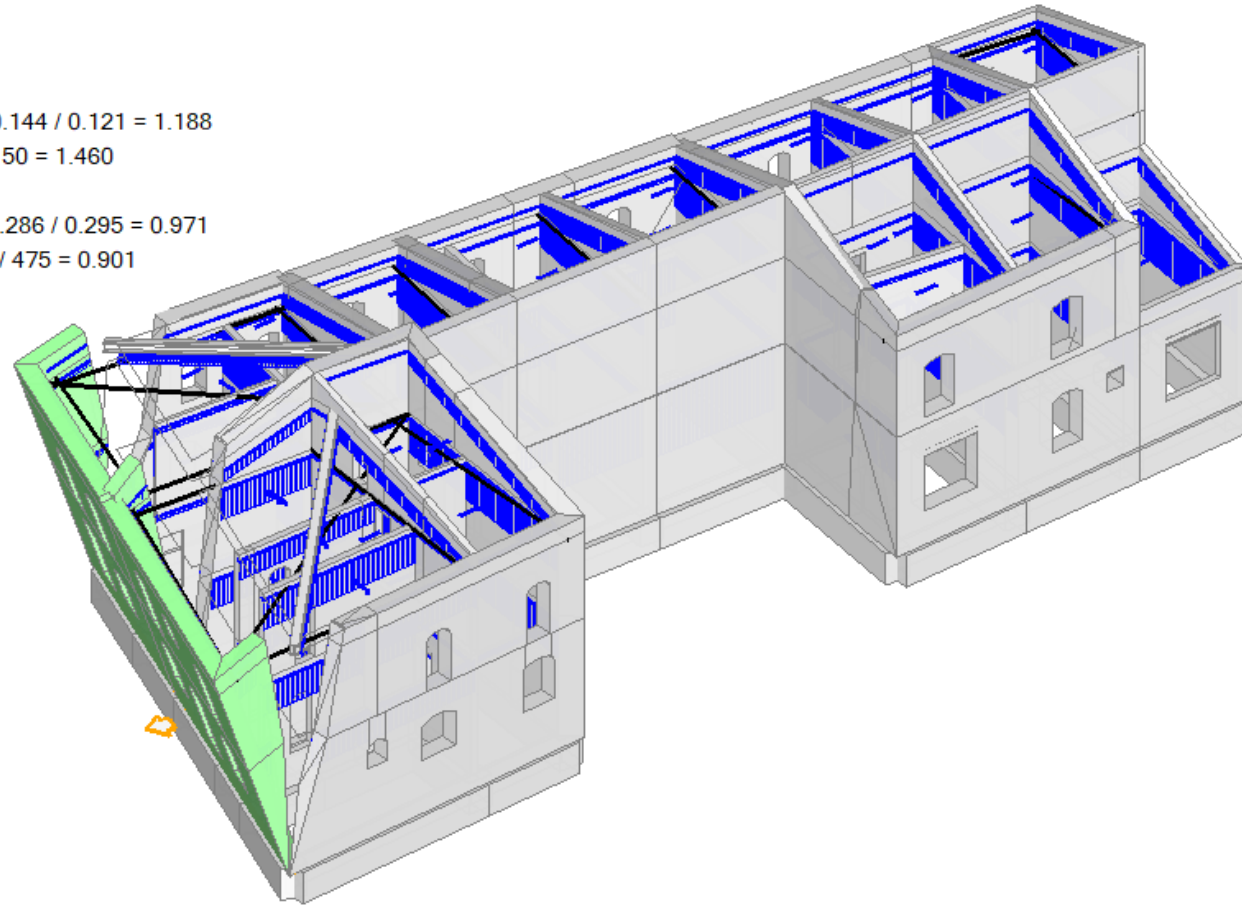
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.144 / 0.121 = 1.188$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 73 / 50 = 1.460$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.286 / 0.295 = 0.971$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 428 / 475 = 0.901$$



#### 01. Facciata sud

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.139$$

■ SLD

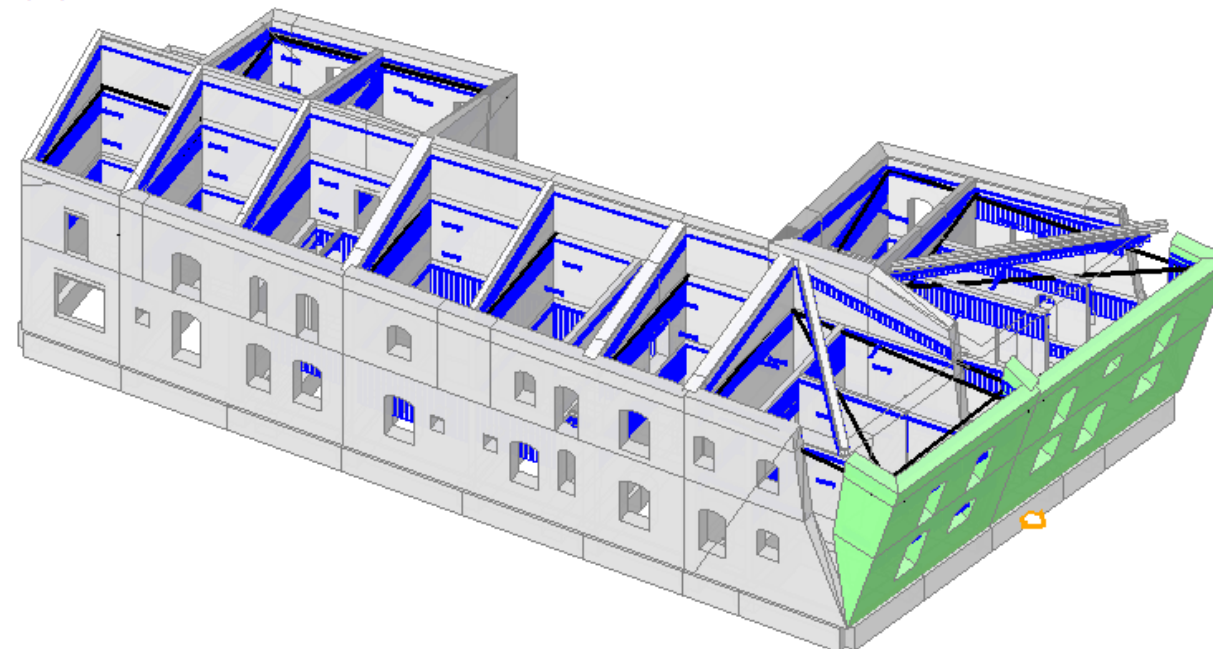
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.144 / 0.121 = 1.188$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 73 / 50 = 1.460$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.286 / 0.295 = 0.971$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 428 / 475 = 0.901$$



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

7.11-ANALISI  
CINEMATICA  
LINEARE

SOLUZIONE  
CON CATENE  
METALLICHE

**7.11.4-  
CINEMATISMO N.2  
FACCIATA EST DI  
TESTA**

## 02. Facciata est iniziale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.144$$

■ SLD

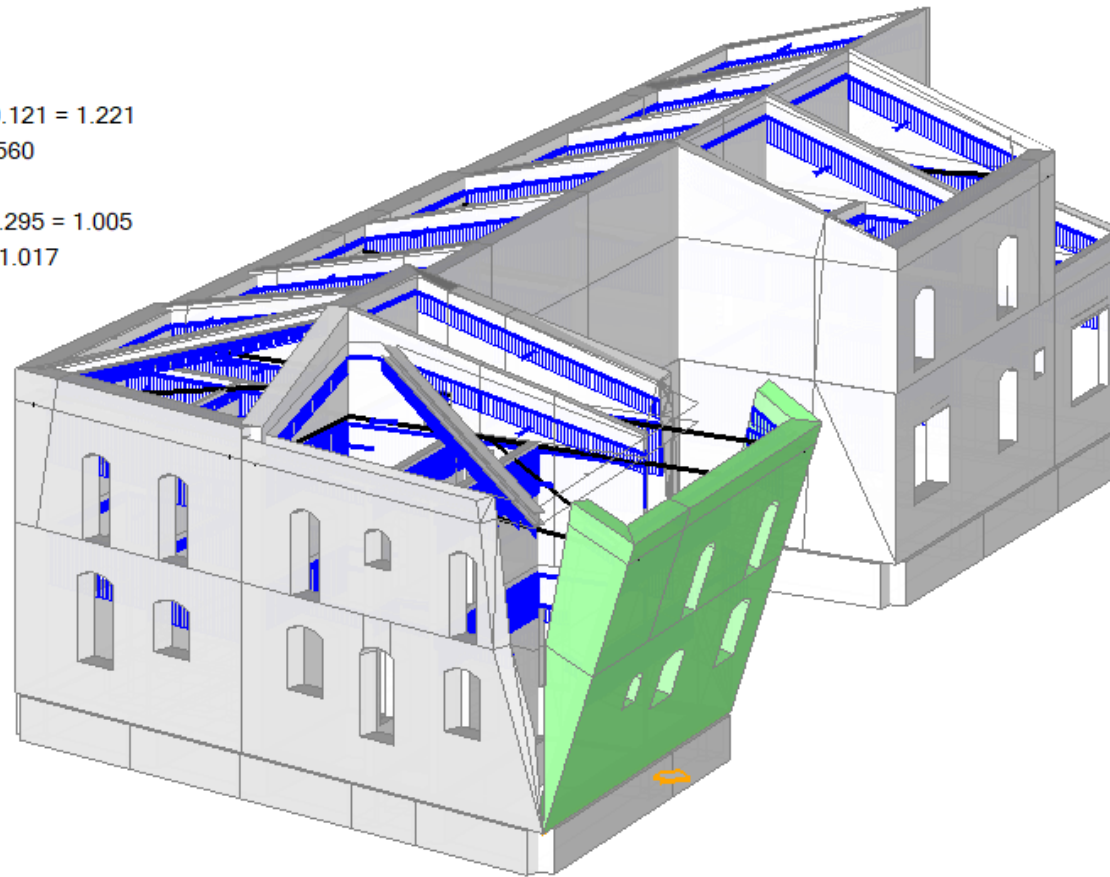
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.148 / 0.121 = 1.221$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 78 / 50 = 1.560$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.296 / 0.295 = 1.005$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 483 / 475 = 1.017$$



## 02. Facciata est iniziale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.144$$

■ SLD

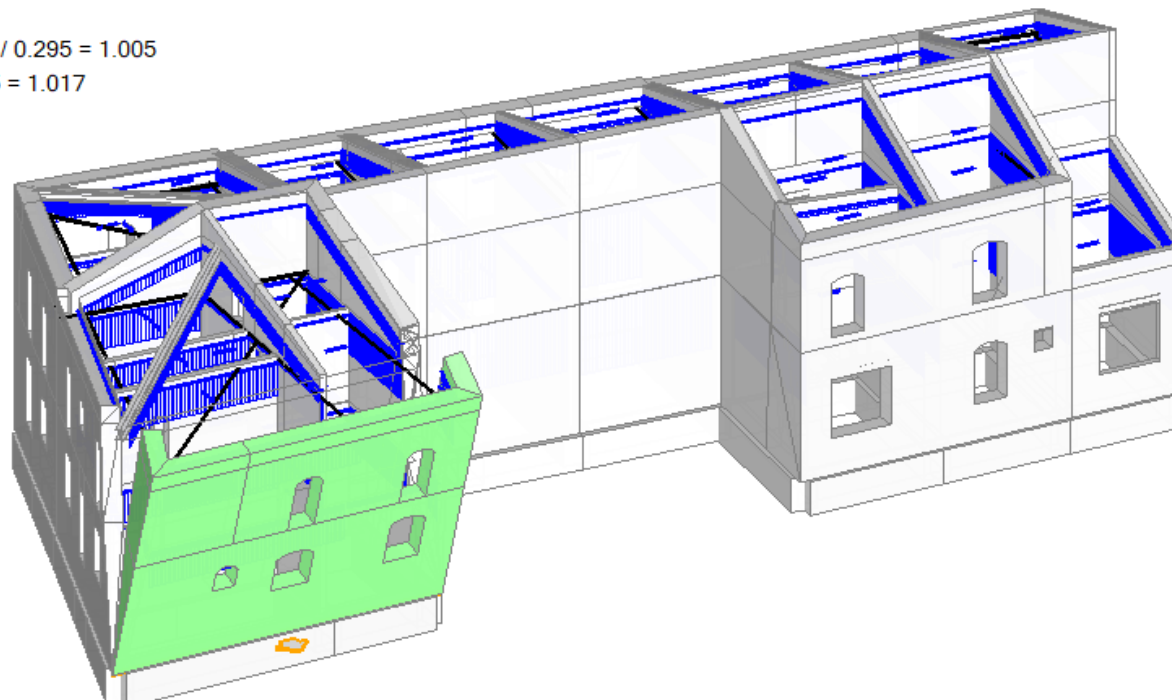
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.148 / 0.121 = 1.221$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 78 / 50 = 1.560$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.296 / 0.295 = 1.005$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 483 / 475 = 1.017$$



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

7.11-ANALISI  
CINEMATICA  
LINEARE

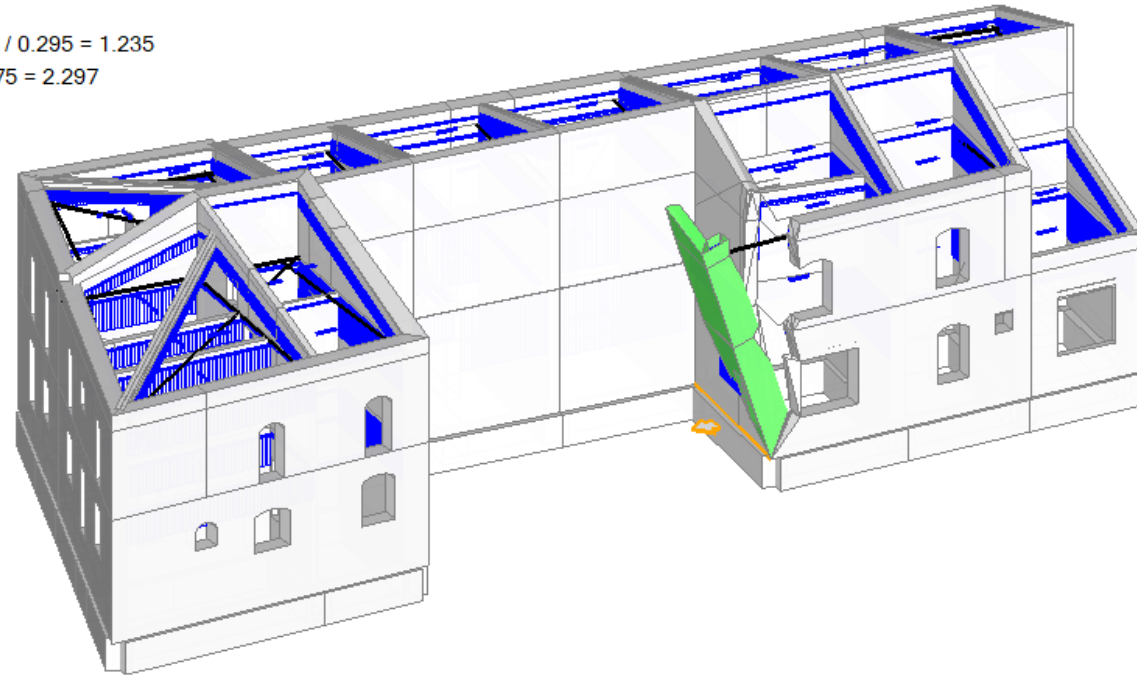
SOLUZIONE  
CON CATENE  
METALLICHE

**7.11.5-  
CINEMATISMO N.3  
CANTONALE EST**

**03. Cantonale est**  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.192$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.182 / 0.121 = 1.502$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 125 / 50 = 2.500$

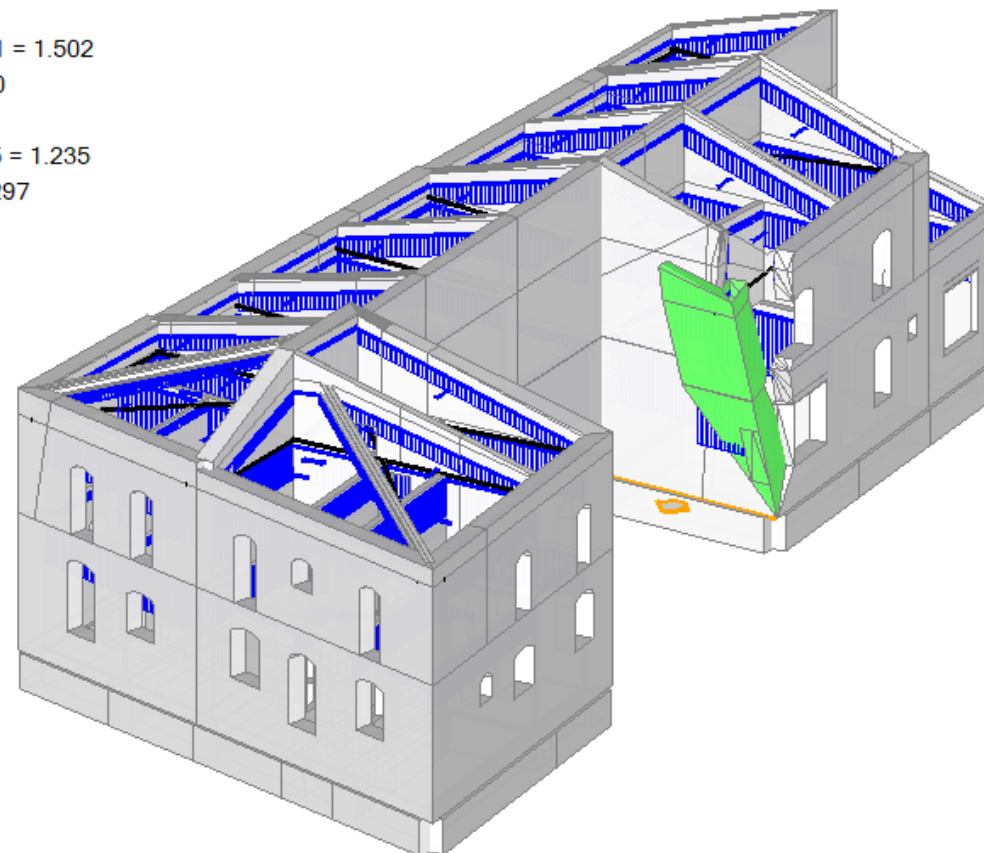
■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.364 / 0.295 = 1.235$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1091 / 475 = 2.297$



**03. Cantonale est**  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.192$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.182 / 0.121 = 1.502$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 125 / 50 = 2.500$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.364 / 0.295 = 1.235$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1091 / 475 = 2.297$





# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

### 7.11.6-CINEMATISMO N.4 MURO IN BLOCCHI DI CLC

#### 04. Muro a blocchi di clc.

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.199$$

■ SLD

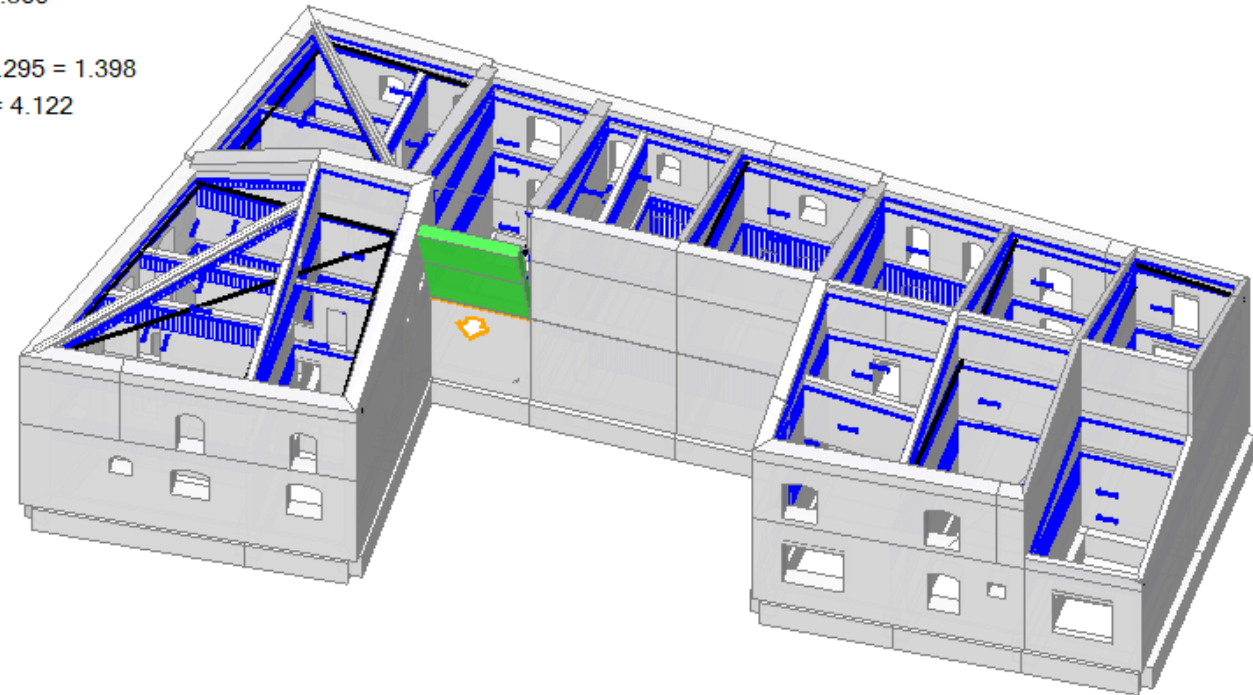
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.206 / 0.121 = 1.700$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 168 / 50 = 3.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.412 / 0.295 = 1.398$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1958 / 475 = 4.122$$



#### 04. Muro a blocchi di clc.

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.199$$

■ SLD

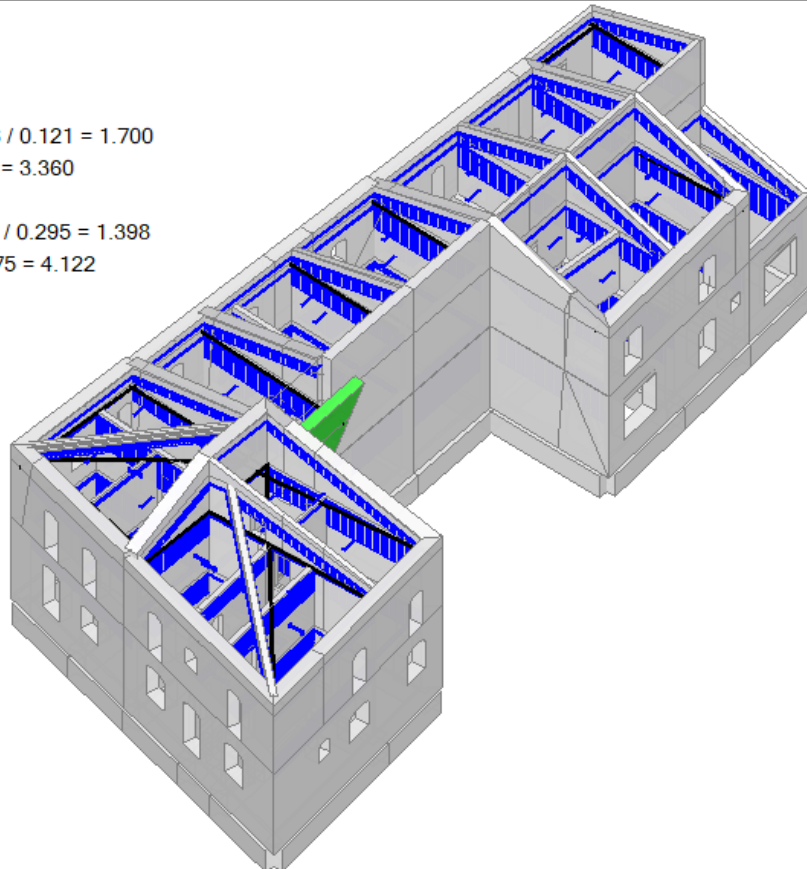
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.206 / 0.121 = 1.700$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 168 / 50 = 3.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.412 / 0.295 = 1.398$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1958 / 475 = 4.122$$



#### 04. Muro a blocchi di clc.

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.199$$

■ SLD

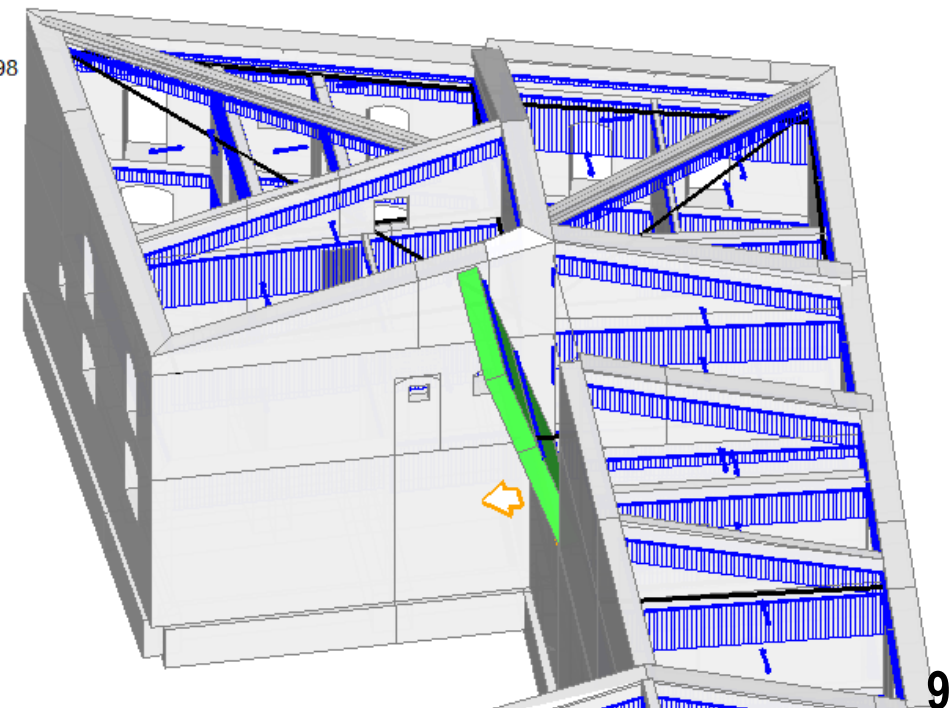
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.206 / 0.121 = 1.700$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 168 / 50 = 3.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.412 / 0.295 = 1.398$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1958 / 475 = 4.122$$



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

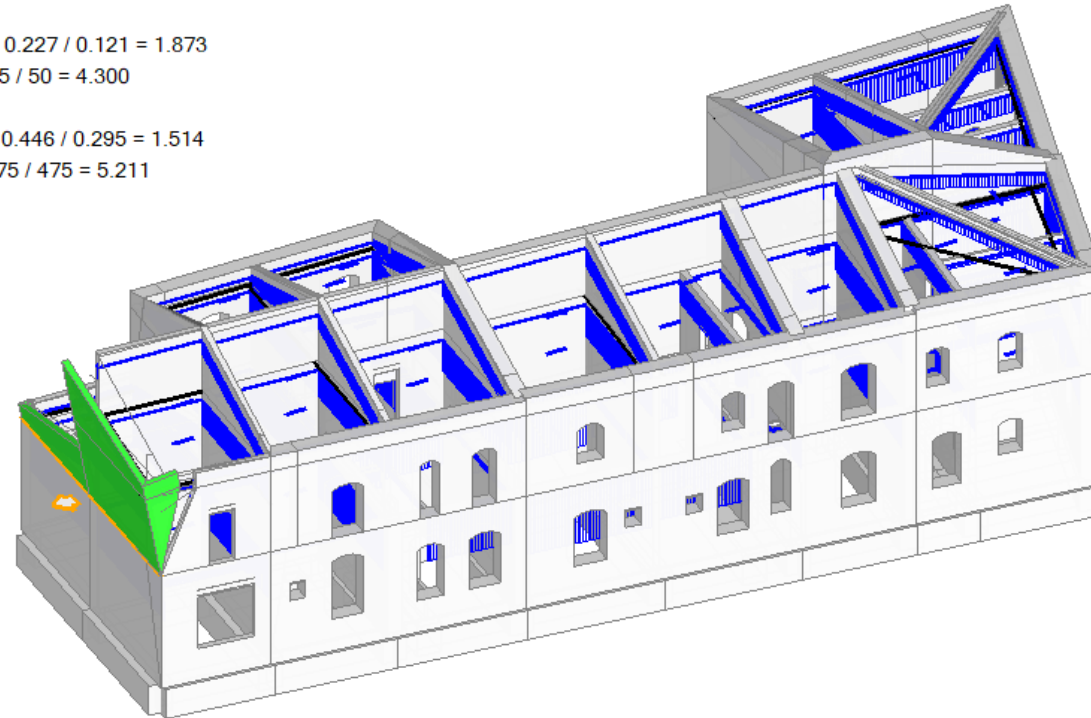
## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

### 7.11.7-CINEMATISMO N.5 FACCIATA NORD

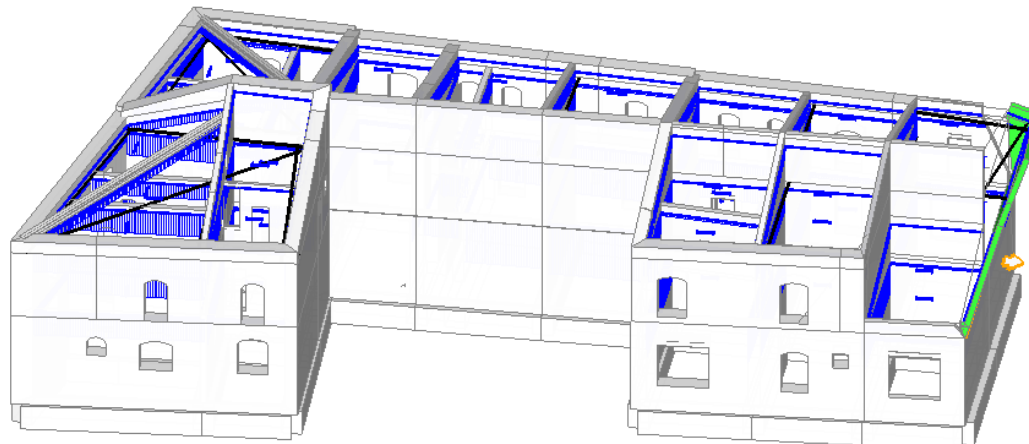
05. Facciata nord  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.208$

- SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.227 / 0.121 = 1.873$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 215 / 50 = 4.300$
- SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



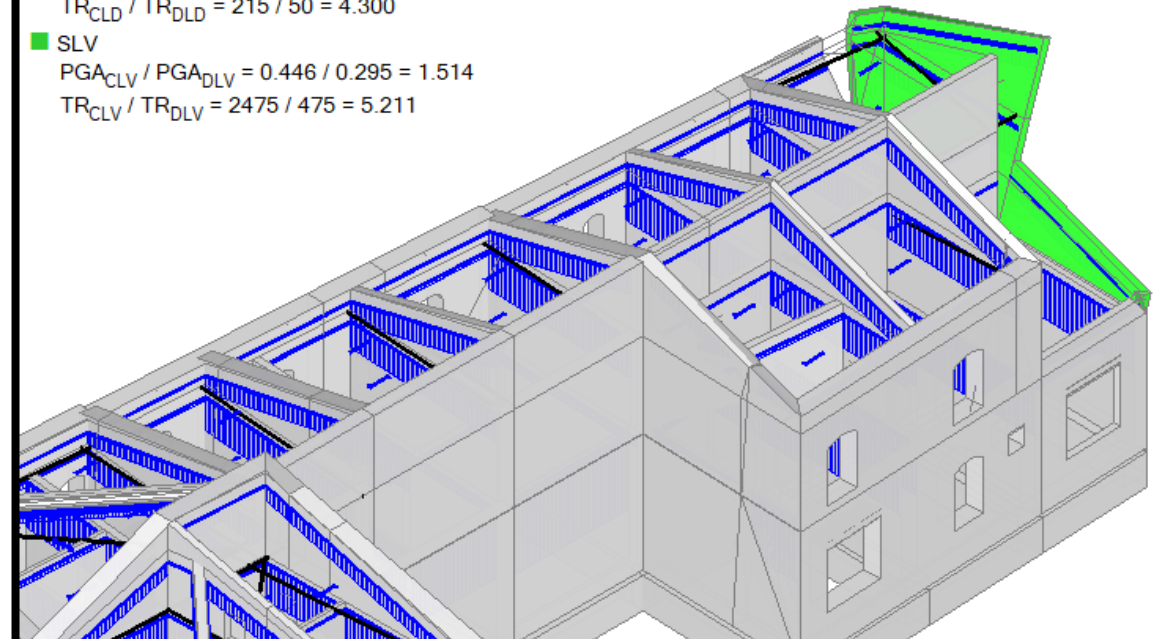
05. Facciata nord  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.208$

- SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.227 / 0.121 = 1.873$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 215 / 50 = 4.300$
- SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



05. Facciata nord  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.208$

- SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.227 / 0.121 = 1.873$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 215 / 50 = 4.300$
- SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

### 7.11.8- CINEMATISMO N.6 FACCIATA OVEST

#### 06. Facciata ovest

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.135$$

■ SLD

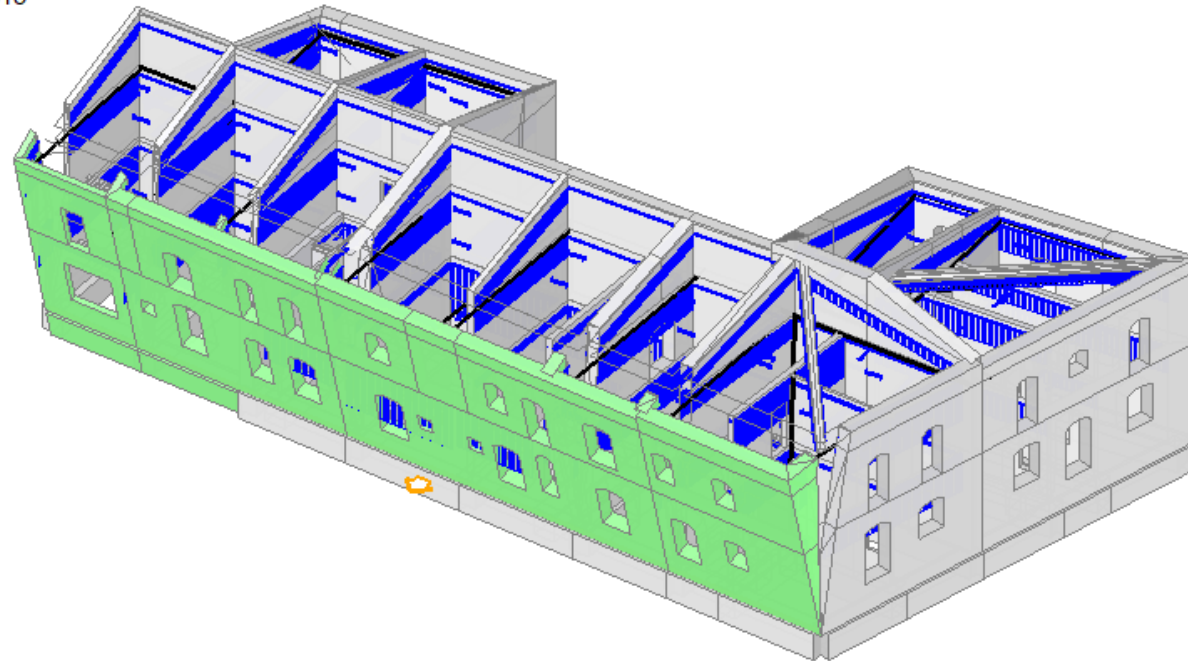
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.149 / 0.121 = 1.229$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 80 / 50 = 1.600$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.299 / 0.295 = 1.015$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 505 / 475 = 1.063$$



#### 06. Facciata ovest

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.135$$

■ SLD

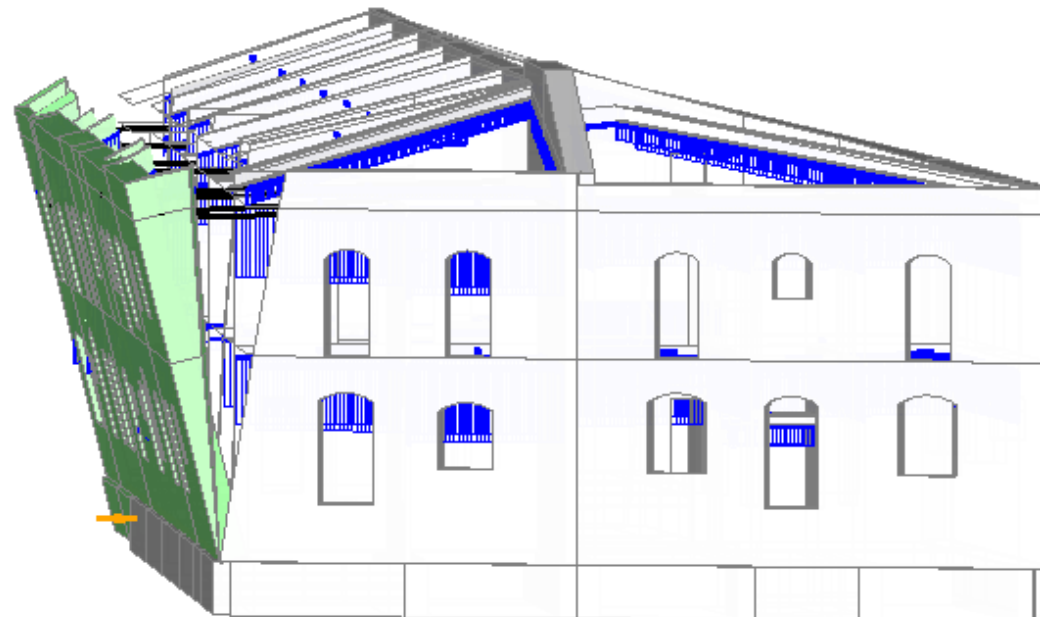
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.149 / 0.121 = 1.229$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 80 / 50 = 1.600$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.299 / 0.295 = 1.015$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 505 / 475 = 1.063$$





# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

### 7.11.9- CINEMATISMO N.7 FACCIATA EST CENTRALE

#### 07. Facciata est centrale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.145$$

■ SLD

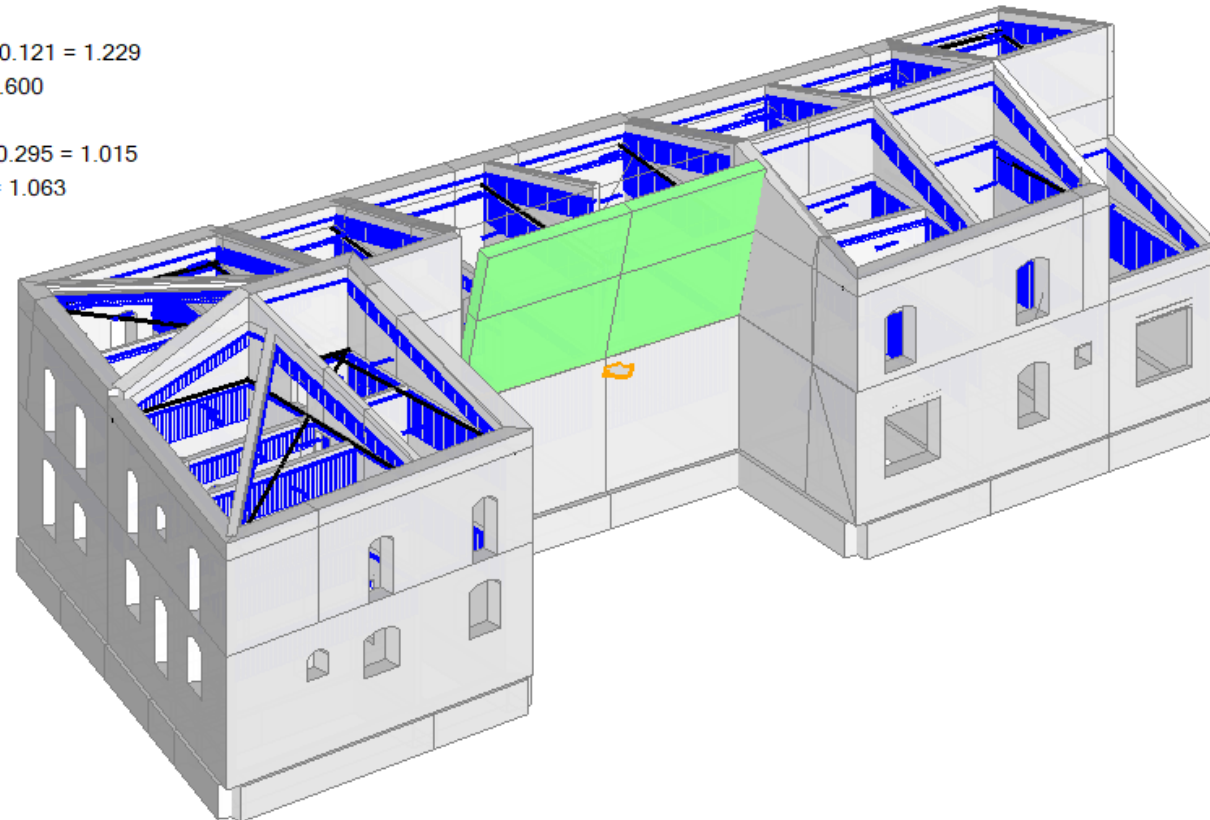
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.149 / 0.121 = 1.229$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 80 / 50 = 1.600$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.299 / 0.295 = 1.015$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 505 / 475 = 1.063$$



#### 07. Facciata est centrale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.145$$

■ SLD

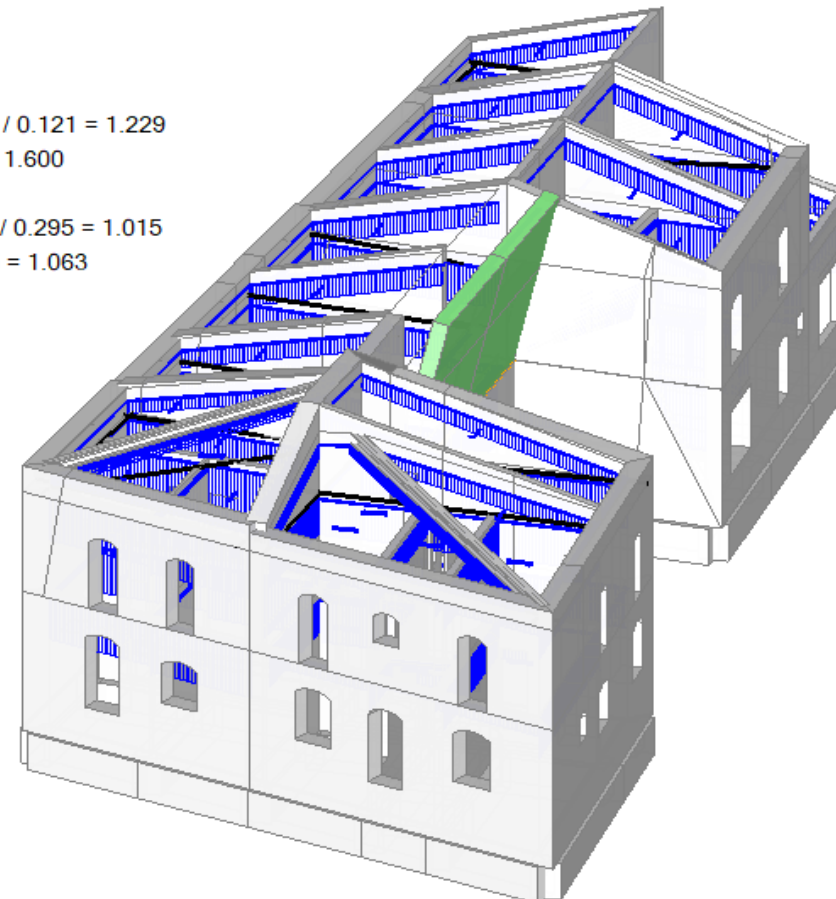
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.149 / 0.121 = 1.229$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 80 / 50 = 1.600$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.299 / 0.295 = 1.015$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 505 / 475 = 1.063$$





# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

### 7.11.10-CINEMATISMO N.8 FACCIATA EST FINALE

#### 08. Facciata est finale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.169$$

■ SLD

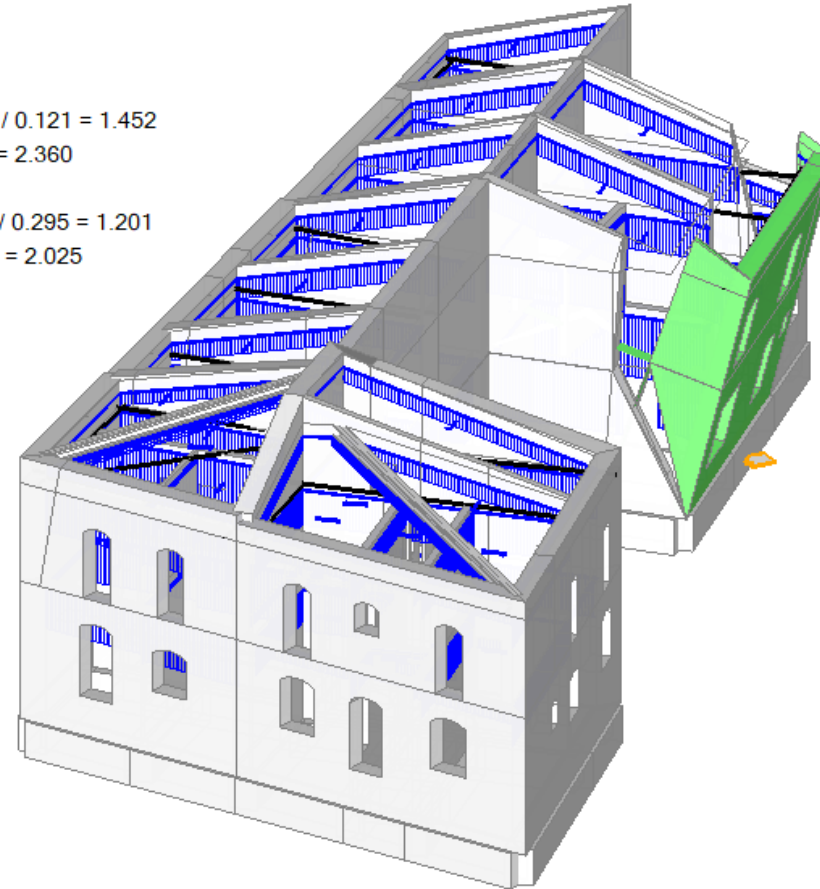
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.176 / 0.121 = 1.452$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 118 / 50 = 2.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.354 / 0.295 = 1.201$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 962 / 475 = 2.025$$



#### 08. Facciata est finale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.169$$

■ SLD

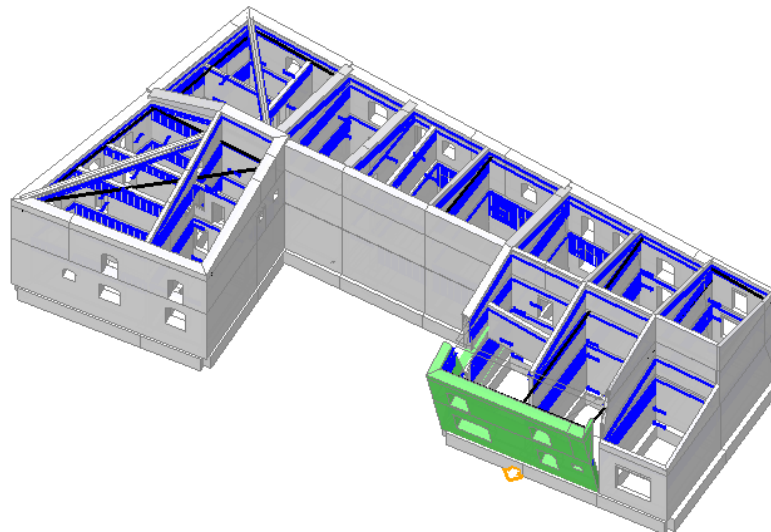
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.176 / 0.121 = 1.452$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 118 / 50 = 2.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.354 / 0.295 = 1.201$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 962 / 475 = 2.025$$



#### 08. Facciata est finale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.169$$

■ SLD

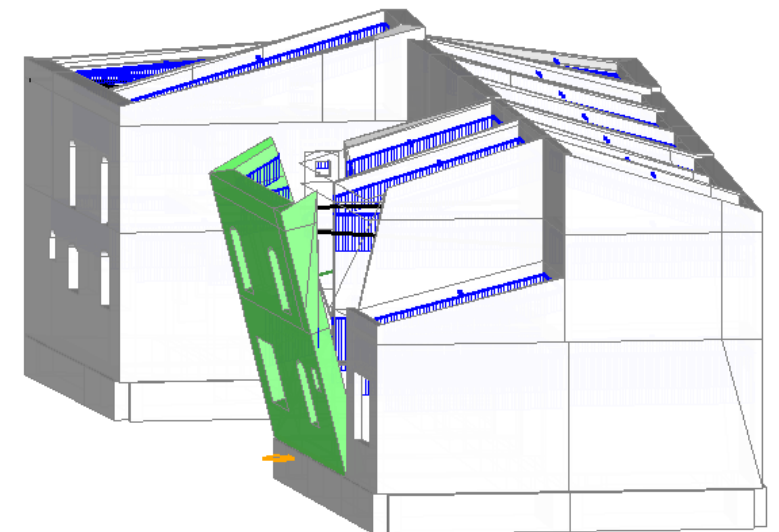
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.176 / 0.121 = 1.452$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 118 / 50 = 2.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.354 / 0.295 = 1.201$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 962 / 475 = 2.025$$



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.11-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE

## 7.11.11-RIEPILOGO RISULTATI DEI VARI CINEMATISMI

TUTTI E GLI 8 CINEMATISMI CONSIDERATI RISULTANO VERIFICATI SIA PER LO SLV CHE PER LO SLD PER L'INDICATORE DI RISCHIO PGA ED ANCHE PER L'INDICATORE DI RISCHIO TR.

### 10. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	$\alpha\theta$	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
1	0.139	1.188	1.460	0.971	0.901
2	0.144	1.221	1.560	1.005	1.017
3	0.192	1.502	2.500	1.235	2.297
4	0.199	1.700	3.360	1.398	4.122
5	0.208	1.873	4.300	1.514	5.211
6	0.135	1.229	1.600	1.015	1.063
7	0.145	1.229	1.600	1.015	1.063
8	0.159	1.378	2.080	1.140	1.644

n. = numero consecutivo del cinematismo

$\alpha\theta$  = moltiplicatore di collasso

PGA,CLD / PGA,DLD =  $\zeta, E, SLD, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD

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

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = 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  $ag(75)$ ,

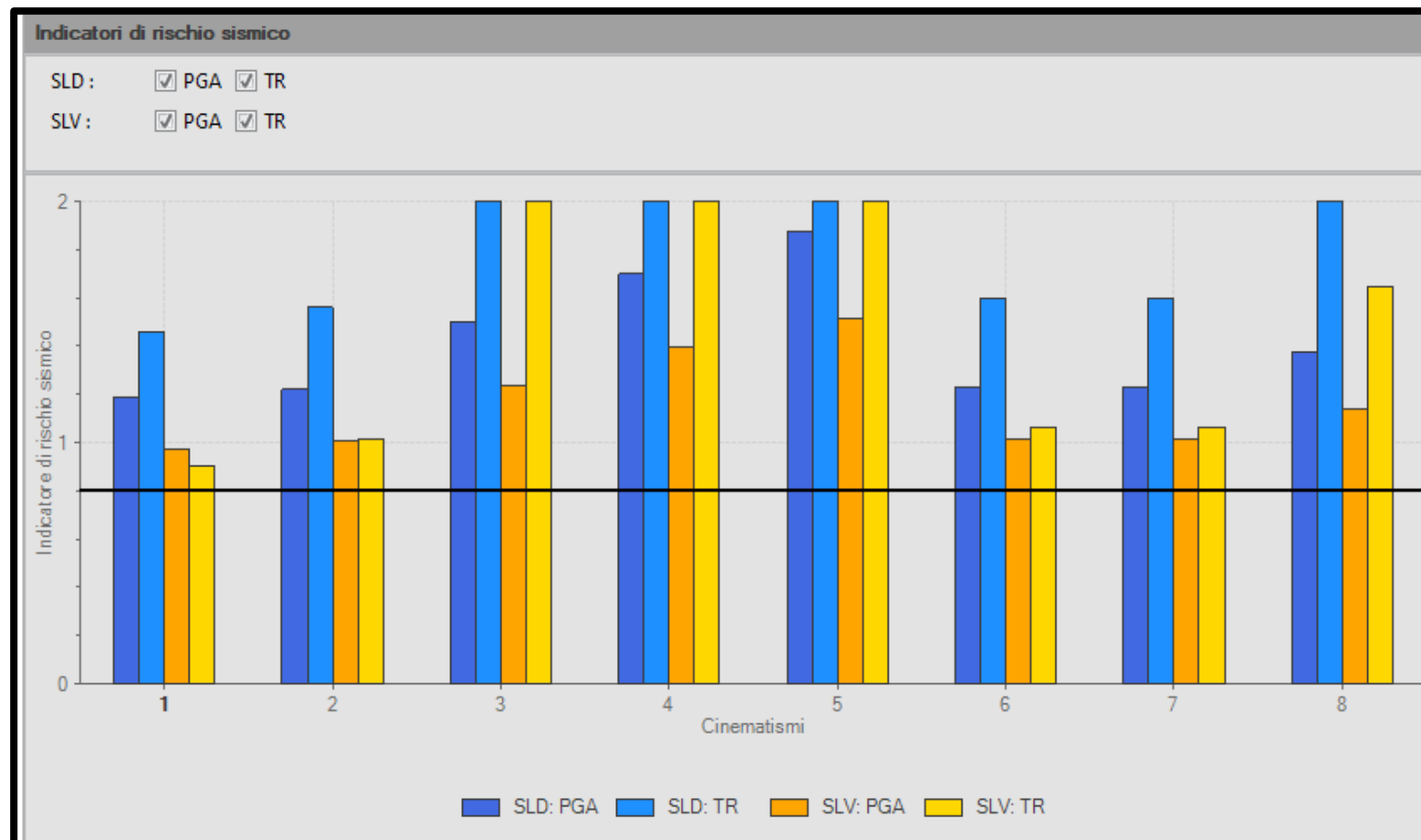
effettuata con la funzione di potenza:  $ag(TR)=k*TR^\alpha$ .

Per il sito in esame risulta:  $K = 0.014179230$ ,  $\alpha = 0.498249890$

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



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.12-ANALISI CINEMATICA LINEARE

### 7.12.1-DATI DI CALCOLO- PARAMETRI SISMICI

### SOLUZIONE CON NASTRI FRP

#### 1. ANALISI CINEMATICA LINEARE

##### Azione Sismica

Struttura:

Vita Nominale VN (anni) = 50  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso CU = 1  
 Periodo di riferimento per l'azione sismica VR=VN\*CU (anni) = 50

Pericolosità:

Ubicazione del sito:

Longitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 13.4909  
 - Latitudine ED50 (gradi sessadecimali) = 42.0609  
 Tipo di interpolazione: superficie rigata [§CA]

Valori dei parametri ag, Fo, TC\* per i periodi di ritorno TR di riferimento (dagli Studi di pericolosità sismica del sito di ubicazione dell'edificio [cfr.Tab.1 All.B al D.M.14.1.2008]):

TR (anni)	a,g (*g)	Fo	TC*
30	0.077	2.400	0.270
50	0.101	2.335	0.280
72	0.119	2.320	0.290
101	0.138	2.300	0.300
140	0.159	2.295	0.310
201	0.185	2.310	0.320
475	0.254	2.360	0.340
975	0.327	2.405	0.360
2475	0.446	2.455	0.380

Per periodi di ritorno TR<30 anni [cfr. DPC-Reluis, CNR-ITC]:

$ag(TR) = K * TR^\alpha$ , dove:  
 $K = 0.014179230$ ,  $\alpha = 0.498249890$

Stati Limite:

PVR (%) Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR (Tab.3.2.I)

SLE: SLO 81  
 SLE: SLD 63  
 SLU: SLV 10  
 SLU: SLC 5

ag(g) Fo Tc\*(sec) e altri parametri di spettro per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite secondo Normativa [§3.2.3]

Stato limite	TR (anni)	a,g (*g)	Fo	TC* (sec)	S	TB (sec)	TC (sec)	TD (sec)	Fv
SLO	30	0.077	2.400	0.270	1.200	0.129	0.386	1.908	0.899
SLD	50	0.101	2.335	0.280	1.200	0.132	0.397	2.004	1.002
SLV	475	0.254	2.360	0.340	1.160	0.155	0.464	2.616	1.606
SLC	975	0.327	2.405	0.360	1.085	0.162	0.486	2.908	1.857

(parametri di spettro conformi al reticolo sismico secondo D.M. 14.1.2008)

Suolo:

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche:

Categoria di sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1  
 Rapporto quota sito / altezza rilievo topografico = 0  
 Coefficiente di amplificazione topografica ST = 1

PGA:

Definizione di PGA: Accelerazione al suolo (analoga ad:  $ag*S$ , dove:  $S=SS*ST$ )

Componenti:

Spettro di risposta (componente orizzontale):

SLE: Smorzamento viscoso ( $\xi$ ) (%) = 5  
 $\eta = [10/(5+\xi)] = 1$   
 SLU: Fattore di Comportamento q per Analisi Cinematica = 2.0

# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.12-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON NASTRI FRP

### 7.12.3- CINEMATISMO N.1 FACCIATA SUD

#### 01. Facciata sud

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.138$$

■ SLD

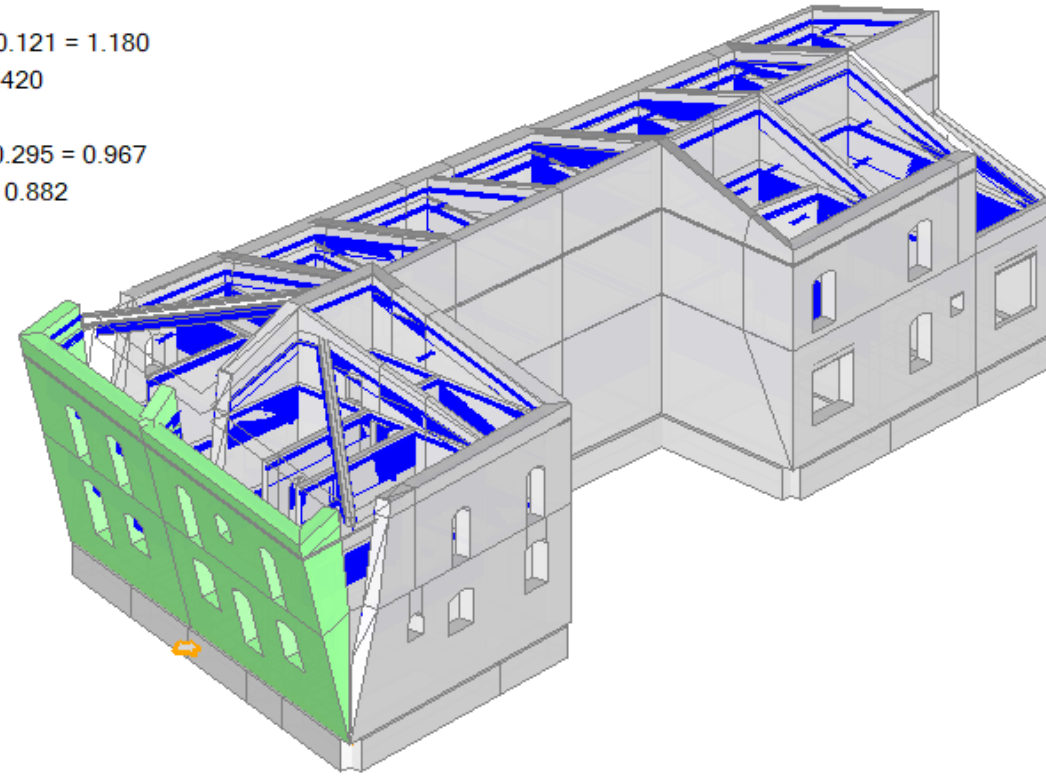
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.143 / 0.121 = 1.180$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 71 / 50 = 1.420$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.285 / 0.295 = 0.967$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 419 / 475 = 0.882$$



Versione Academy. Non è



#### 01. Facciata sud

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.138$$

■ SLD

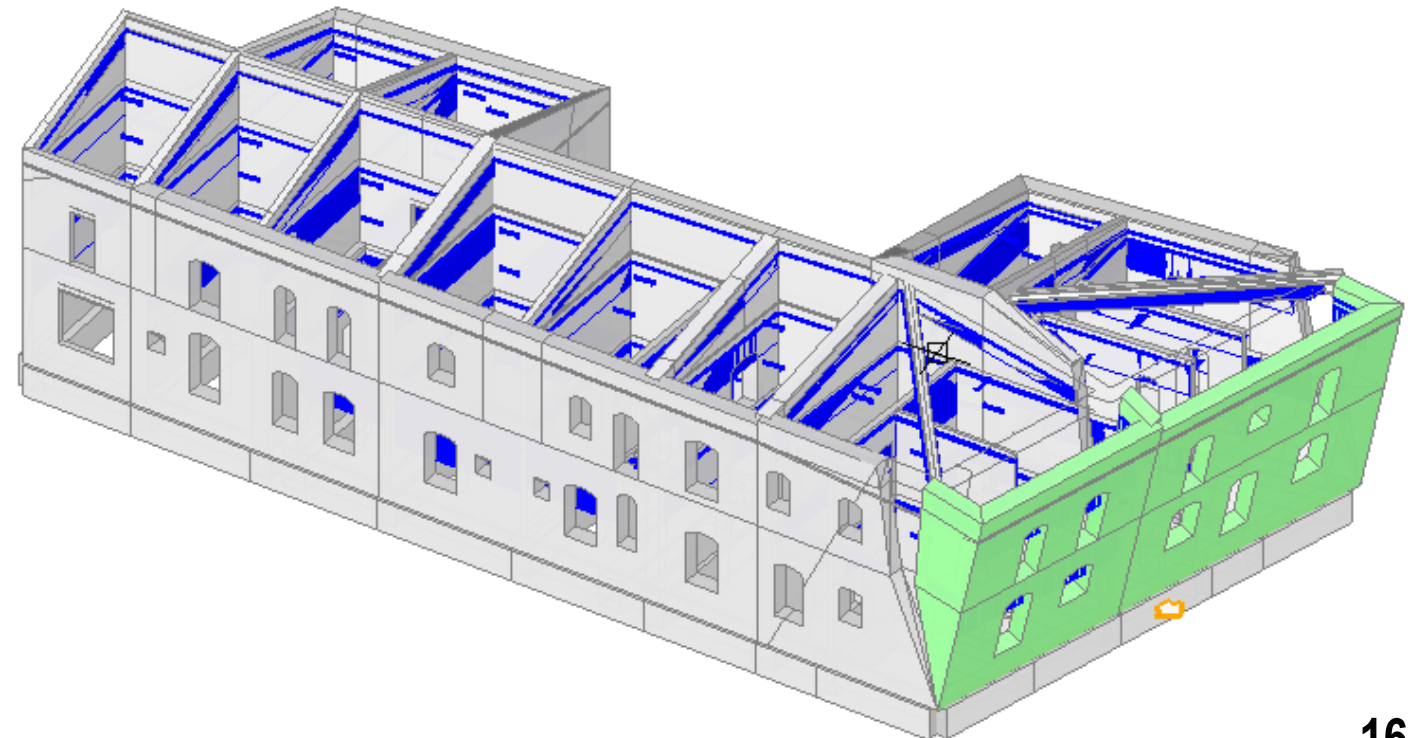
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.143 / 0.121 = 1.180$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 71 / 50 = 1.420$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.285 / 0.295 = 0.967$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 419 / 475 = 0.882$$



Versione Academy. Non è consentito l'uso professionale.



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.12-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON NASTRI FRP

### 7.12.4-CINEMATISMO N.2 FACCIATA EST DI TESTA

#### 02. Facciata est iniziale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.185$$

■ SLD

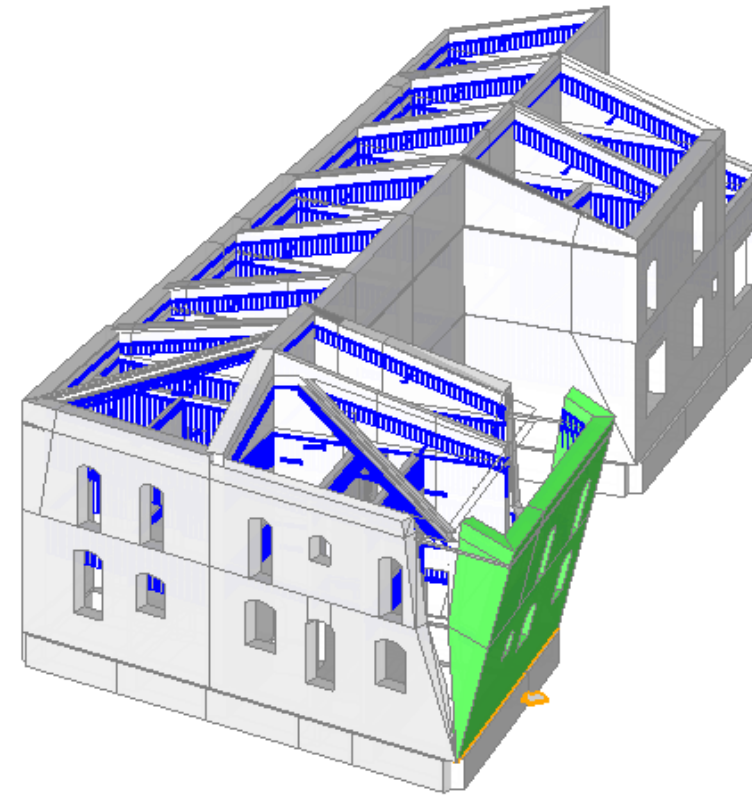
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.192 / 0.121 = 1.584$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 141 / 50 = 2.820$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.382 / 0.295 = 1.296$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1362 / 475 = 2.867$$



#### 02. Facciata est iniziale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.185$$

■ SLD

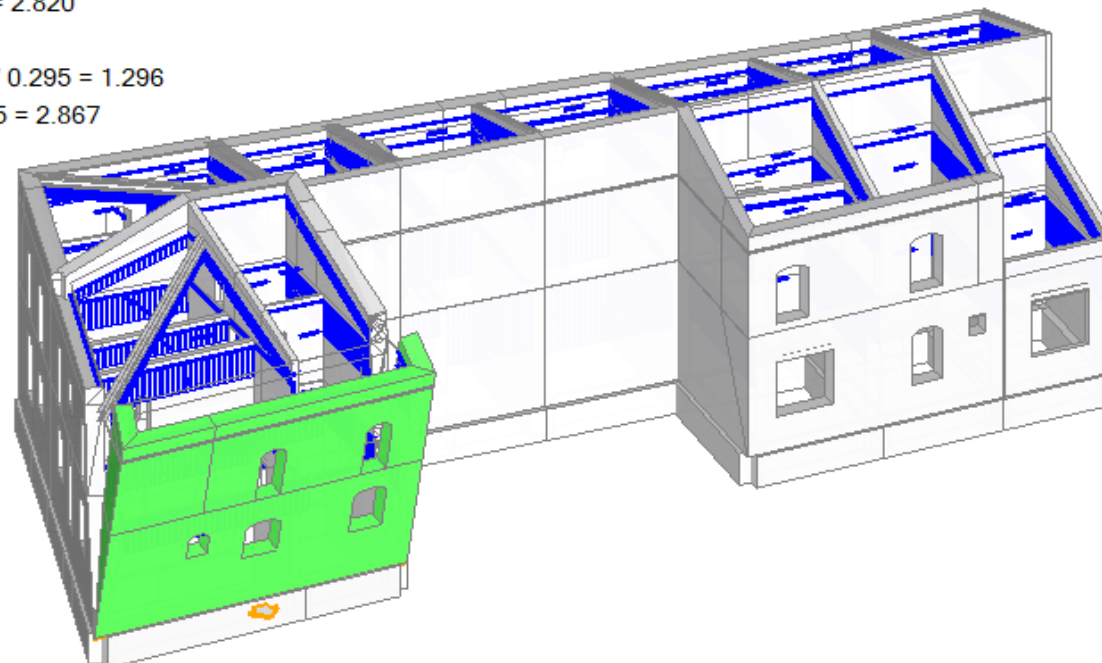
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.192 / 0.121 = 1.584$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 141 / 50 = 2.820$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.382 / 0.295 = 1.296$$

$$TR_{CLV} / TR_{DLV} = 1362 / 475 = 2.867$$



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.12-ANALISI CINEMATICA LINEARE

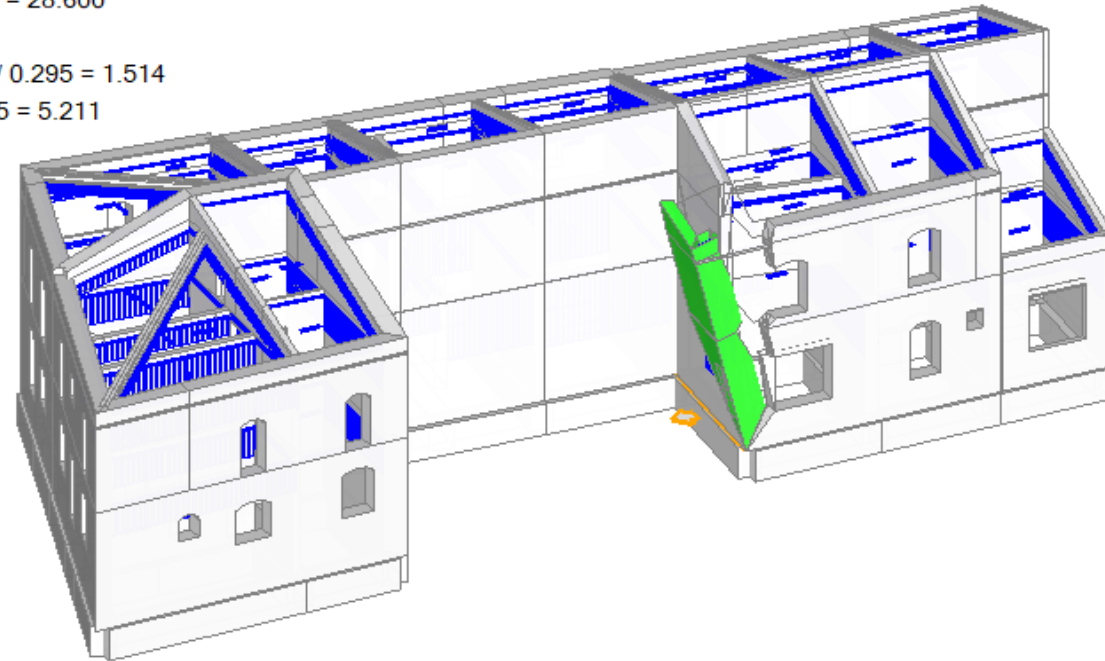
## SOLUZIONE CON NASTRI FRP

## 7.12.5-CINEMATISMO N.3 CANTONALE EST

03. Cantonale est  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.409$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.387 / 0.121 = 3.193$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 1430 / 50 = 28.600$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$

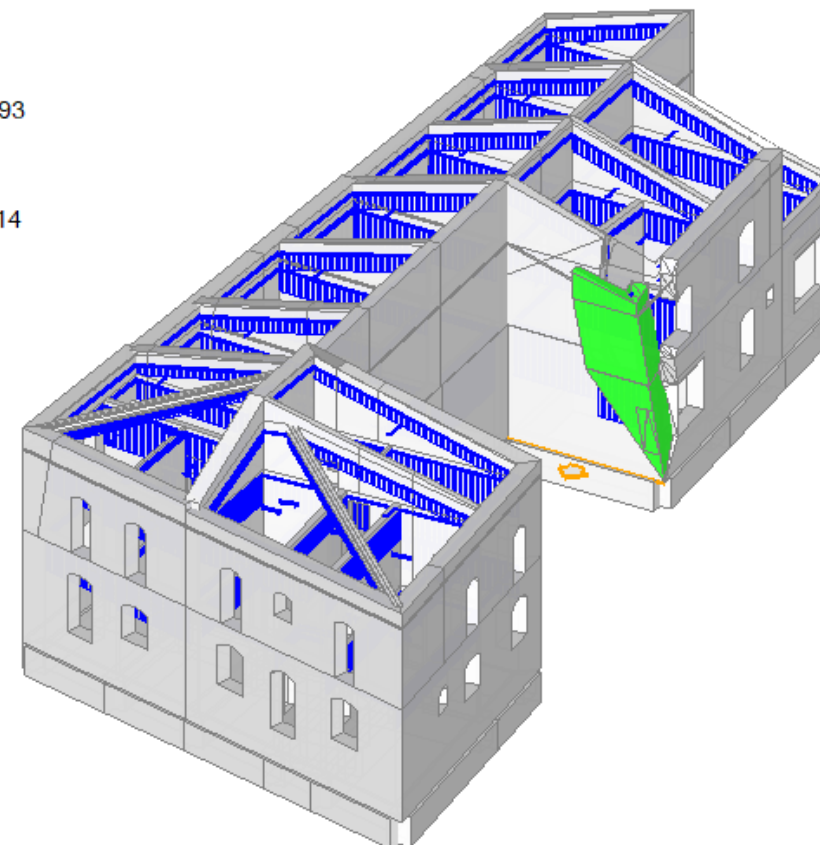


Versione Academy. Non

03. Cantonale est  
Ribaltamento semplice  
 $\alpha_0 = 0.409$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.387 / 0.121 = 3.193$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 1430 / 50 = 28.600$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



Versione Acad

# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

7.12-ANALISI  
CINEMATICA  
LINEARE

SOLUZIONE  
CON NASTRI  
FRP

7.12.6-CINEMATISMO  
N.4 MURO IN BLOCCHI  
DI CLC

## 04. Muro a blocchi di clc.

Ribalamento semplice

$\alpha_0 = 0.473$

■ SLD

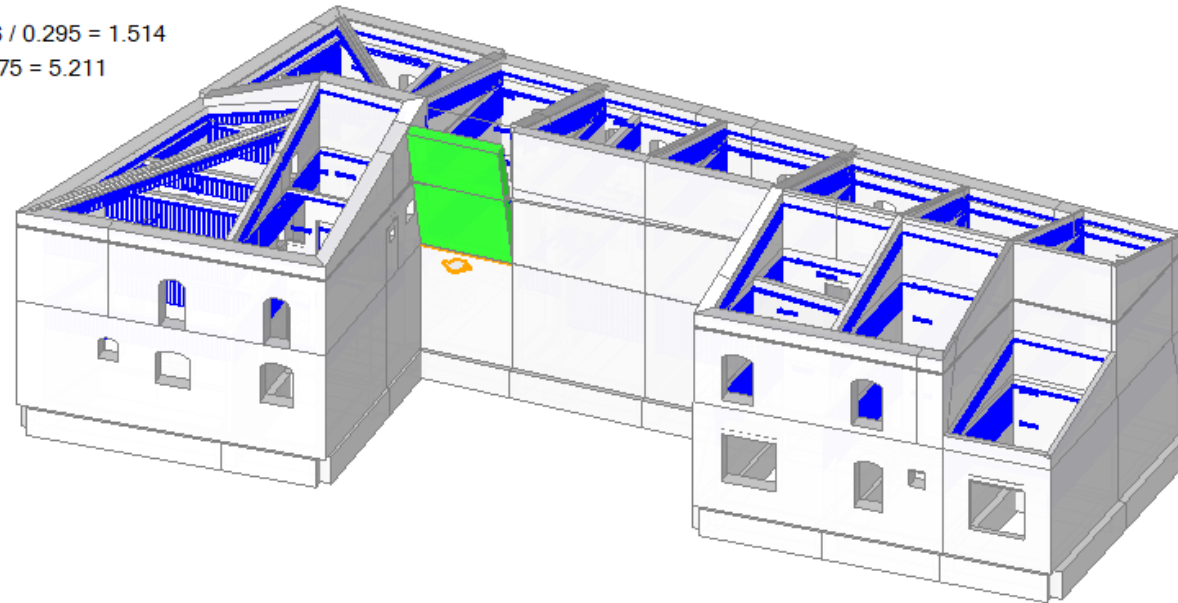
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.446 / 0.121 = 3.680$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 2475 / 50 = 49.500$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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



Versione Academy. Non è consentito l'uso

## 04. Muro a blocchi di clc.

Ribalamento semplice

$\alpha_0 = 0.473$

■ SLD

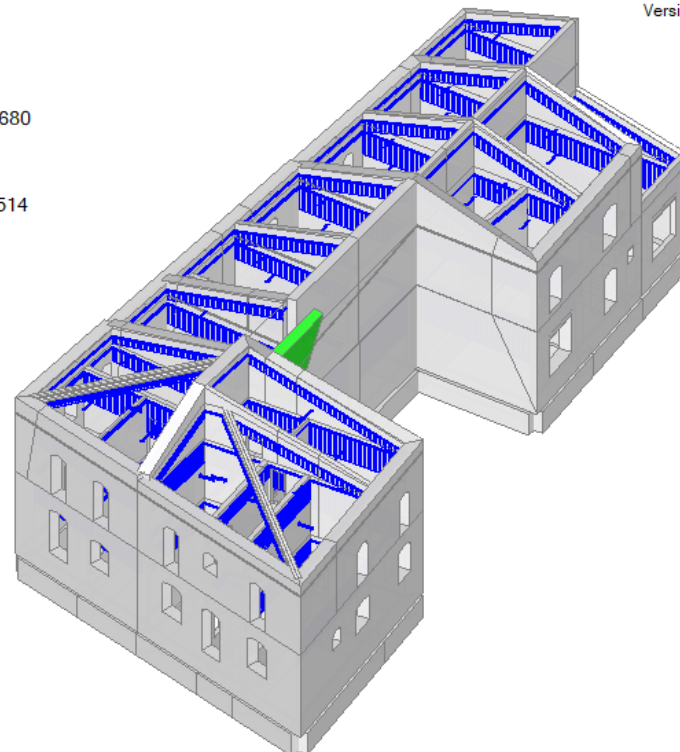
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.446 / 0.121 = 3.680$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 2475 / 50 = 49.500$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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



Versione Academy. Non è consentito l'uso

## 04. Muro a blocchi di clc.

Ribalamento semplice

$\alpha_0 = 0.473$

■ SLD

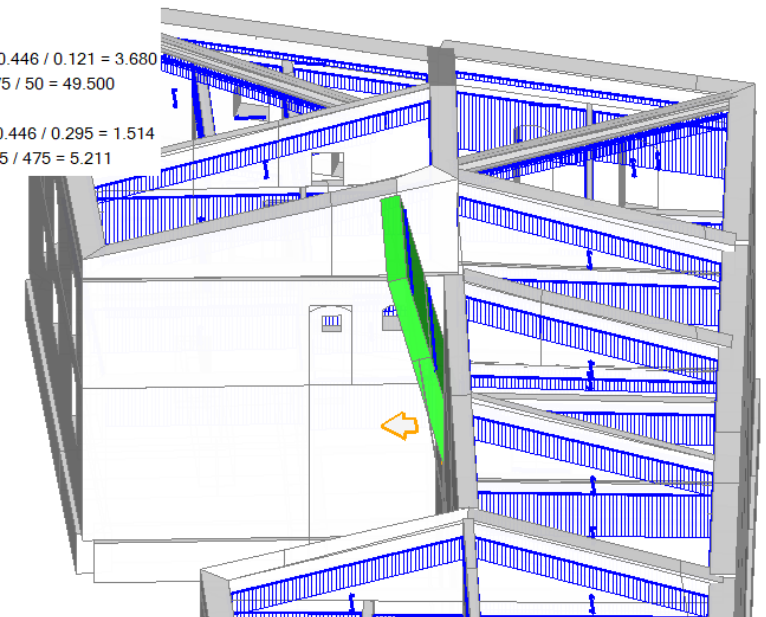
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.446 / 0.121 = 3.680$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 2475 / 50 = 49.500$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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



Versione Academy. Non è consentito l'uso



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.12-ANALISI CINEMATICA LINEARE

## SOLUZIONE CON NASTRI FRP

### 7.12.7-CINEMATISMO N.5 FACCIATA NORD

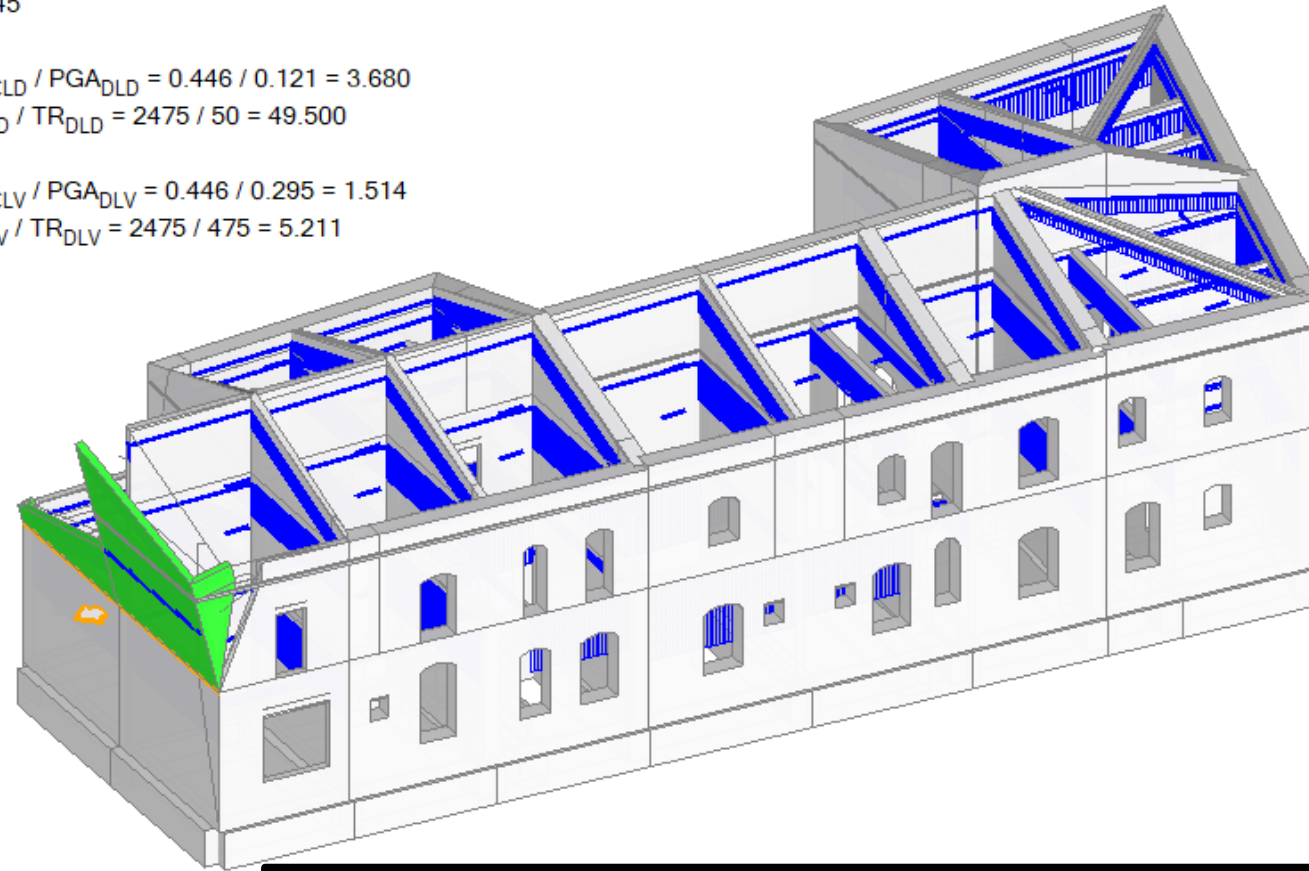
#### 05. Facciata nord

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.745$$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.446 / 0.121 = 3.680$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 2475 / 50 = 49.500$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



Versione Academy. Non è con



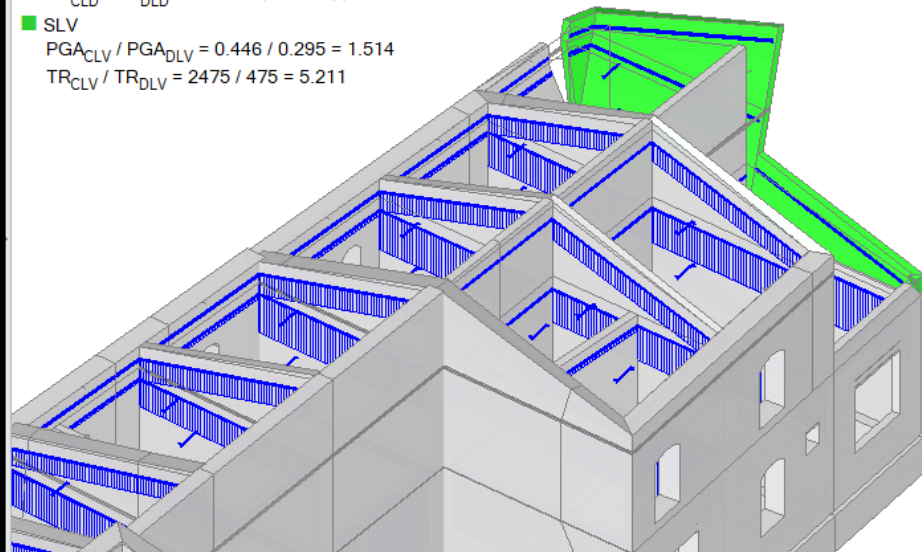
#### 05. Facciata nord

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.745$$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.446 / 0.121 = 3.680$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 2475 / 50 = 49.500$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



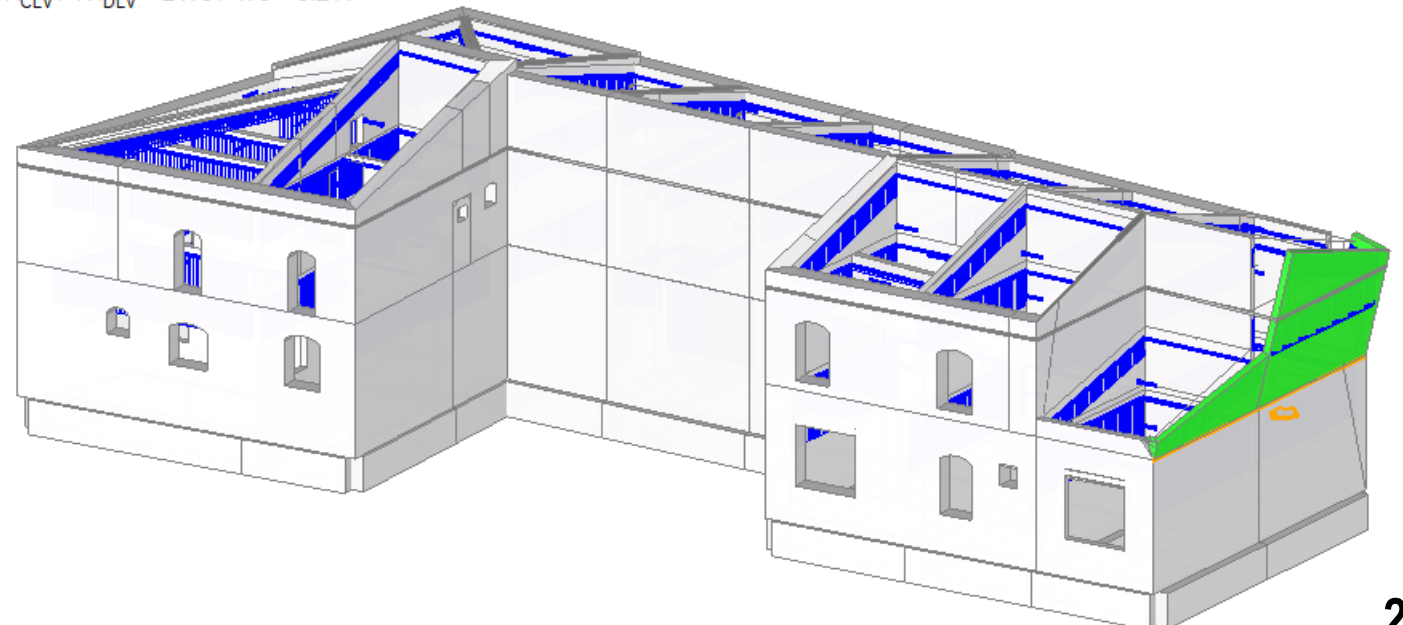
#### 05. Facciata nord

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.745$$

■ SLD  
 $PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.446 / 0.121 = 3.680$   
 $TR_{CLD} / TR_{DLD} = 2475 / 50 = 49.500$

■ SLV  
 $PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$   
 $TR_{CLV} / TR_{DLV} = 2475 / 475 = 5.211$



Versione Academy. Non è consentit



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

7.12-ANALISI  
CINEMATICA  
LINEARE

SOLUZIONE  
CON NASTRI  
FRP

7.12.8-CINEMATISMO  
N.6 FACCIATA OVEST

## 06. Facciata ovest

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.278$$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.310 / 0.121 = 2.558$$

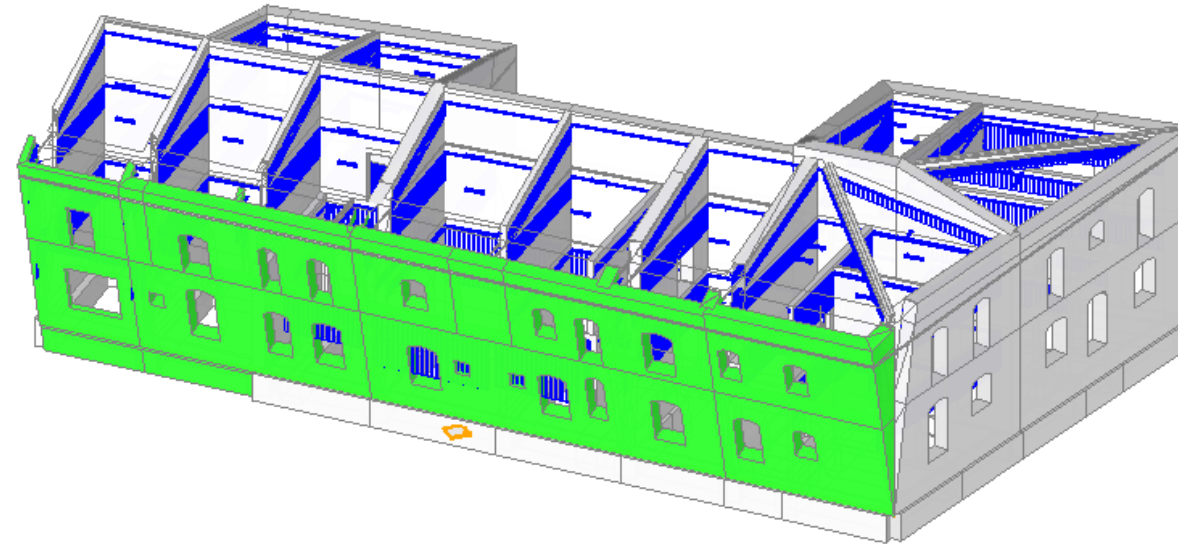
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 568 / 50 = 11.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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

Versione Acade



## 06. Facciata ovest

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.278$$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.310 / 0.121 = 2.558$$

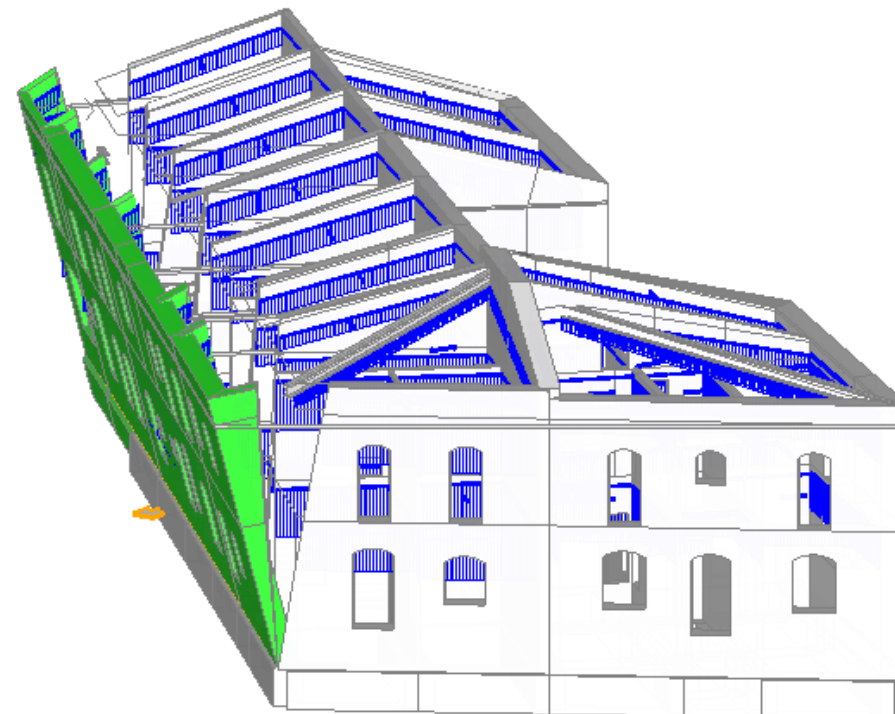
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 568 / 50 = 11.360$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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

Versione Academy. 1



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

7.12-ANALISI  
CINEMATICA  
LINEARE

SOLUZIONE  
CON NASTRI  
FRP

7.12.9-CINEMATISMO  
N.7 FACCIATA EST  
CENTRALE

Versione Academy. Non è consentito

## 07. Facciata est centrale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.307$$

■ SLD

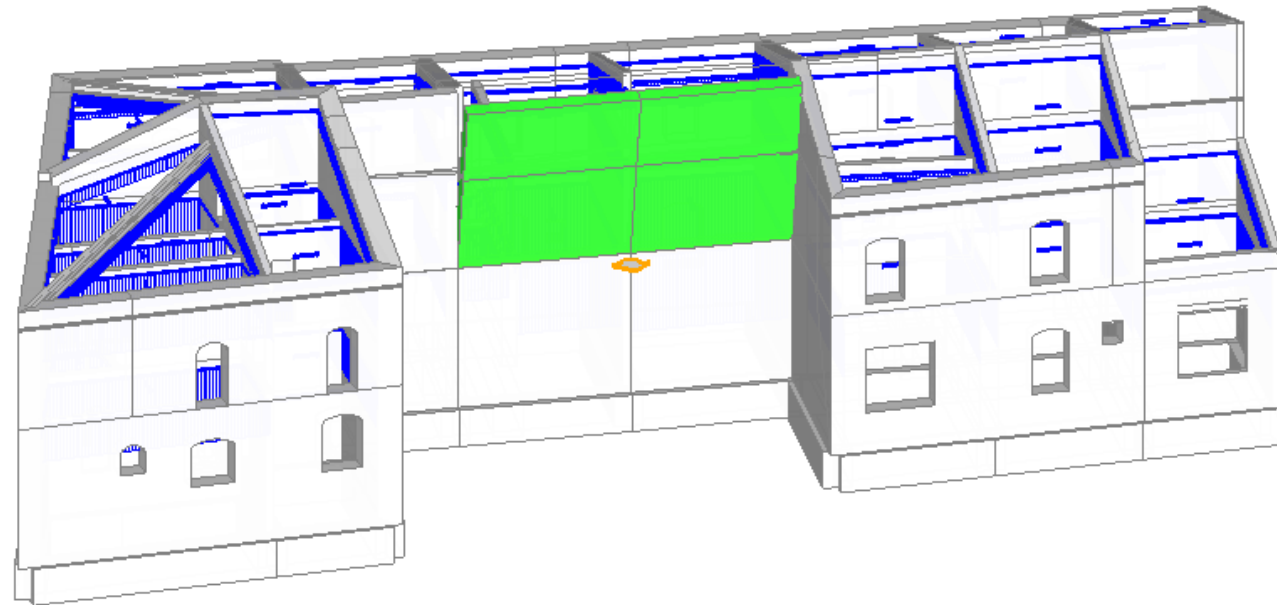
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.318 / 0.121 = 2.624$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 630 / 50 = 12.600$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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



## 07. Facciata est centrale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.307$$

■ SLD

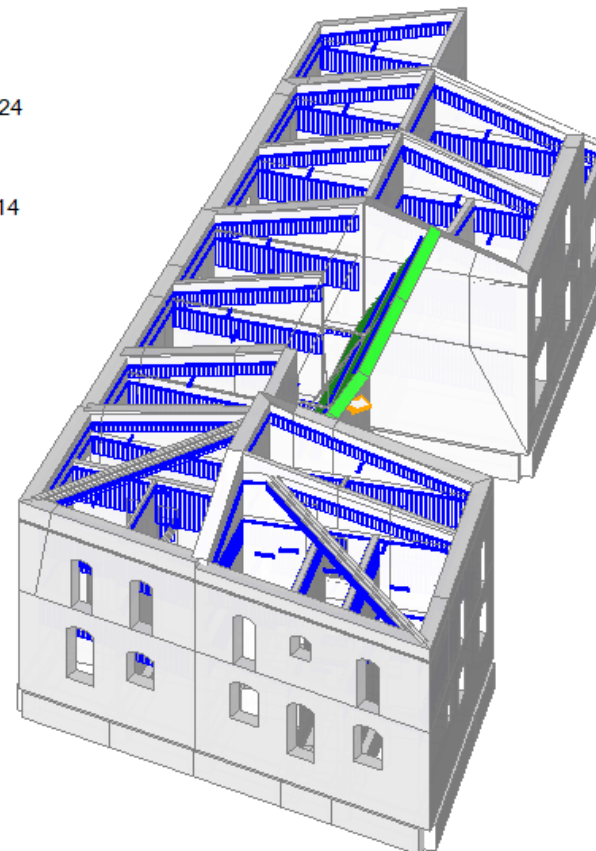
$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.318 / 0.121 = 2.624$$

$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 630 / 50 = 12.600$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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



# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

7.12-ANALISI  
CINEMATICA  
LINEARE

SOLUZIONE  
CON NASTRI  
FRP

7.11.10-CINEMATISMO  
N.8 FACCIATA EST  
FINALE

## 08. Facciata est finale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.301$$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.317 / 0.121 = 2.616$$

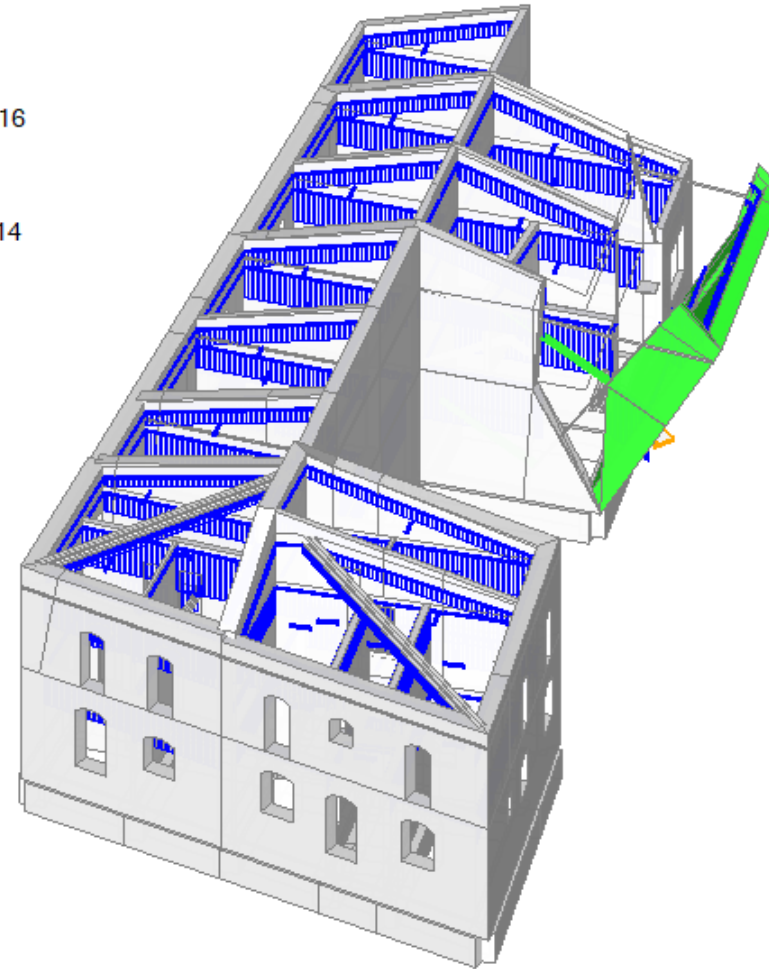
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 617 / 50 = 12.340$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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

Versione Academ



## 08. Facciata est finale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.301$$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.317 / 0.121 = 2.616$$

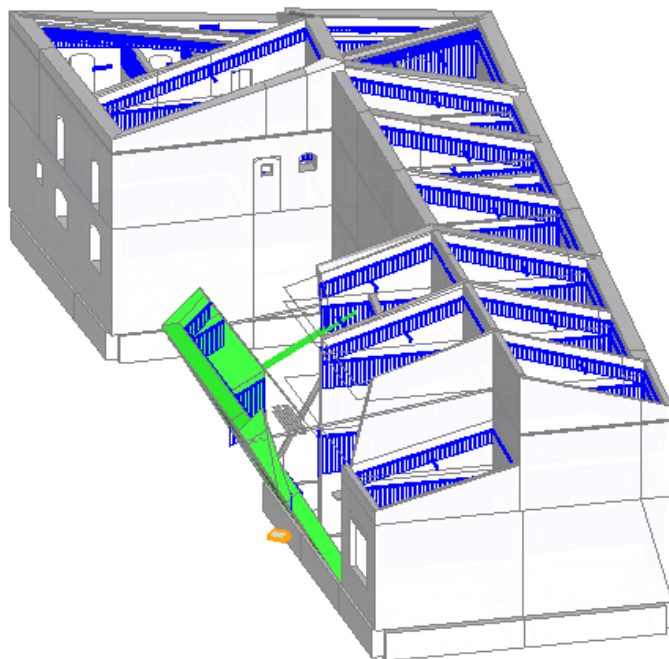
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 617 / 50 = 12.340$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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

Versione Acad



## 08. Facciata est finale

Ribaltamento semplice

$$\alpha_0 = 0.301$$

■ SLD

$$PGA_{CLD} / PGA_{DLD} = 0.317 / 0.121 = 2.616$$

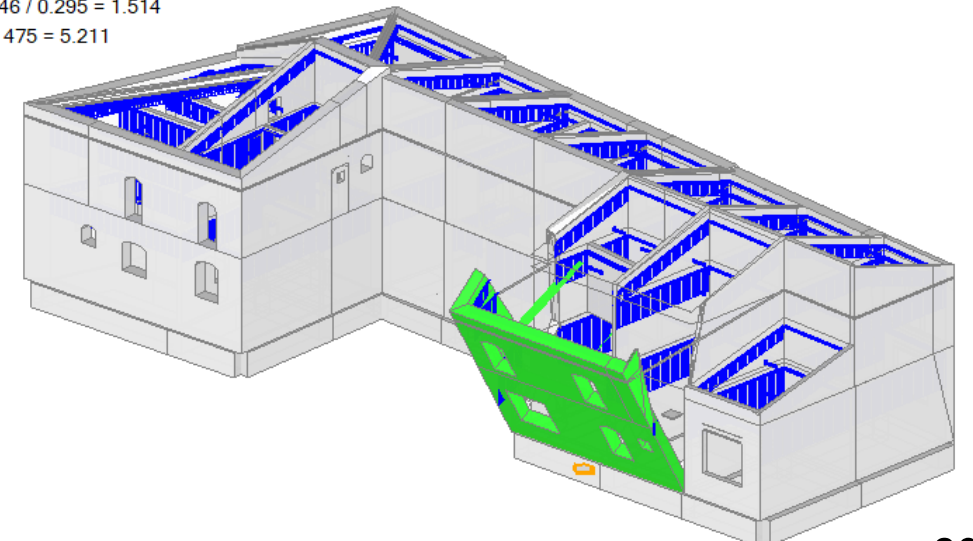
$$TR_{CLD} / TR_{DLD} = 617 / 50 = 12.340$$

■ SLV

$$PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.446 / 0.295 = 1.514$$

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

Versione Academy. Non è





# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

## 7.12-ANALISI CINEMATICA

### LINEARE

## SOLUZIONE CON NASTRI

### FRP

## 7.11.11-RIEPILOGO RISULTATI DEI VARI CINEMATISMI

TUTTI E GLI 8  
CINEMATISMI  
CONSIDERATI  
RISULTANO  
VERIFICATI SIA PER  
LO SLV CHE PER LO  
SLD PER  
L'INDICATORE DI  
RISCHIO PGA ED  
ANCHE PER  
L'INDICATORE DI  
RISCHIO TR.

## 10. SINTESI RISULTATI ANALISI CINEMATICA LINEARE

Risultati dei cinematismi analizzati:

n.	$\alpha\theta$	PGA,CLD /PGA,DLD	TR,CLD /TR,DLD	PGA,CLV /PGA,DLV	TR,CLV /TR,DLV
1	0.138	1.180	1.420	0.967	0.882
2	0.185	1.584	2.820	1.296	2.867
3	0.409	3.193	28.600	1.514	5.211
4	0.473	3.680	49.500	1.514	5.211
5	0.745	3.680	49.500	1.514	5.211
6	0.278	2.558	11.360	1.514	5.211
7	0.307	2.624	12.600	1.514	5.211
8	0.301	2.616	12.340	1.514	5.211

n. = numero consecutivo del cinematismo

$\alpha\theta$  = moltiplicatore di collasso

PGA,CLD / PGA,DLD =  $\zeta, E, SLD, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLD

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

PGA,CLV / PGA,DLV =  $\zeta, E, SLV, PGA$  = indicatore di Rischio Sismico in termini di PGA per SLV

TR,CLV / TR,DLV =  $\zeta, E, SLV, TR$  = 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  $ag(75)$ ,

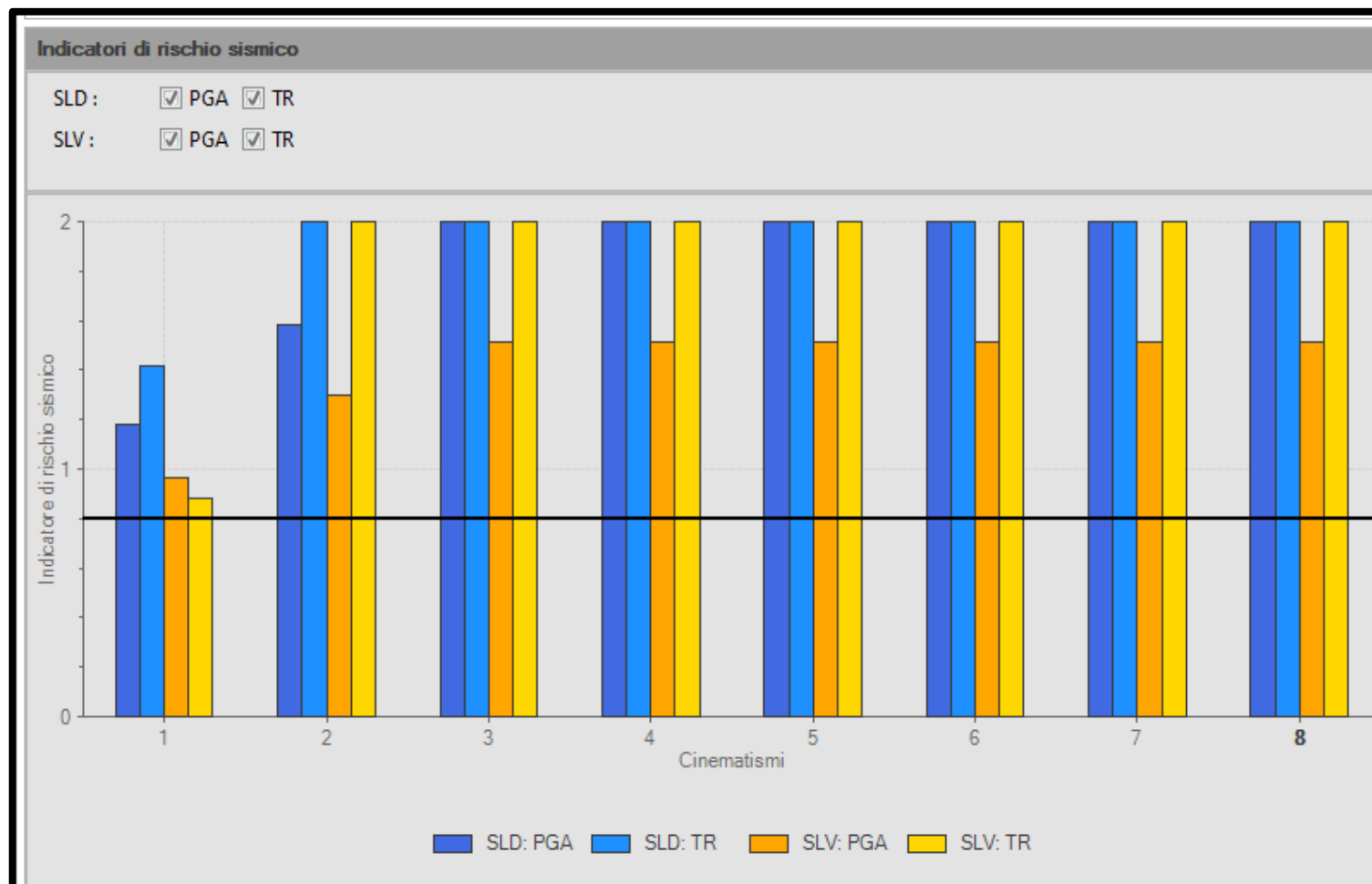
effettuata con la funzione di potenza:  $ag(TR) = k \cdot TR^\alpha$ .

Per il sito in esame risulta:  $K = 0.014179230$ ,  $\alpha = 0.498249890$

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

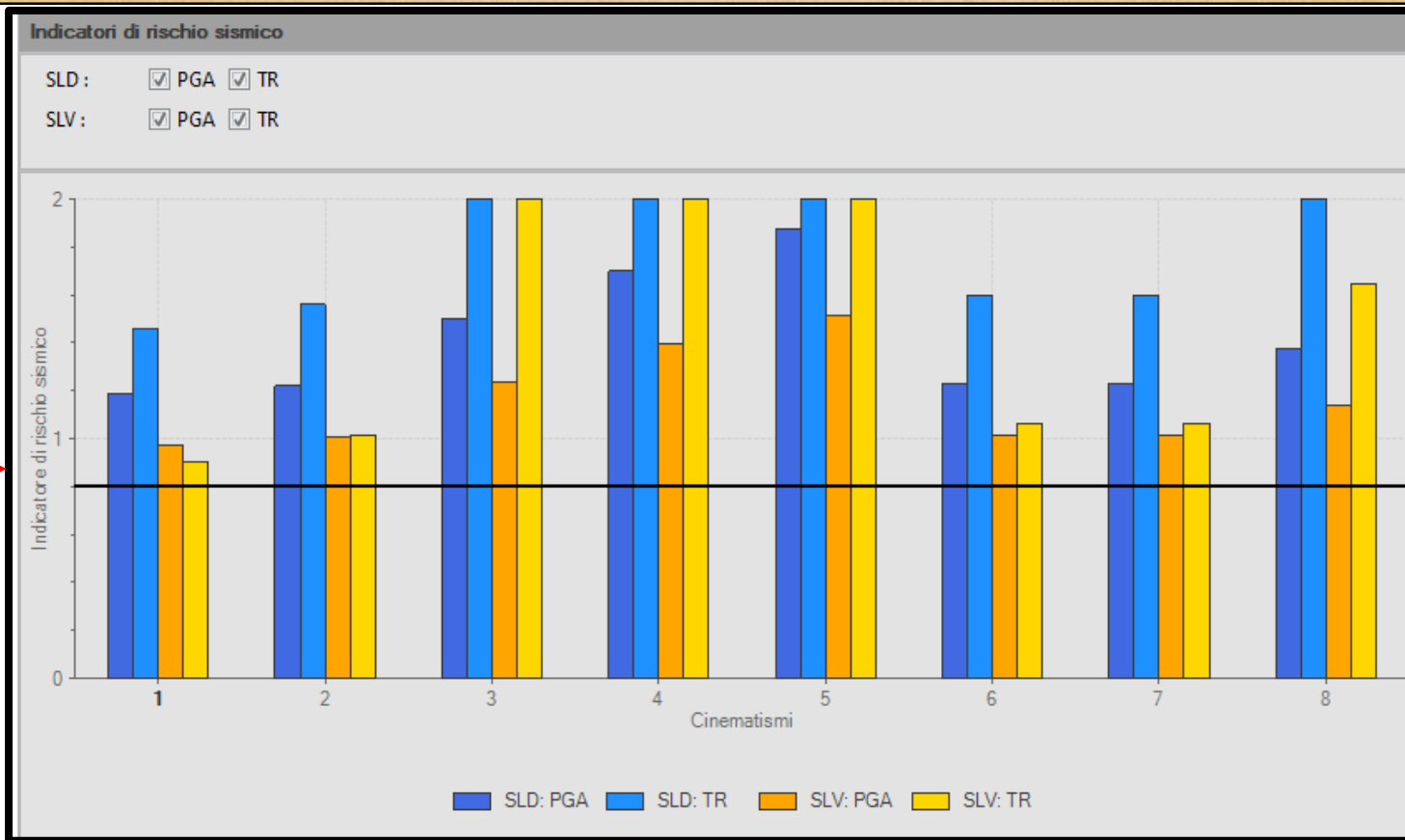
SLD:  $(2475/TR, DLD) = 49.500$

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



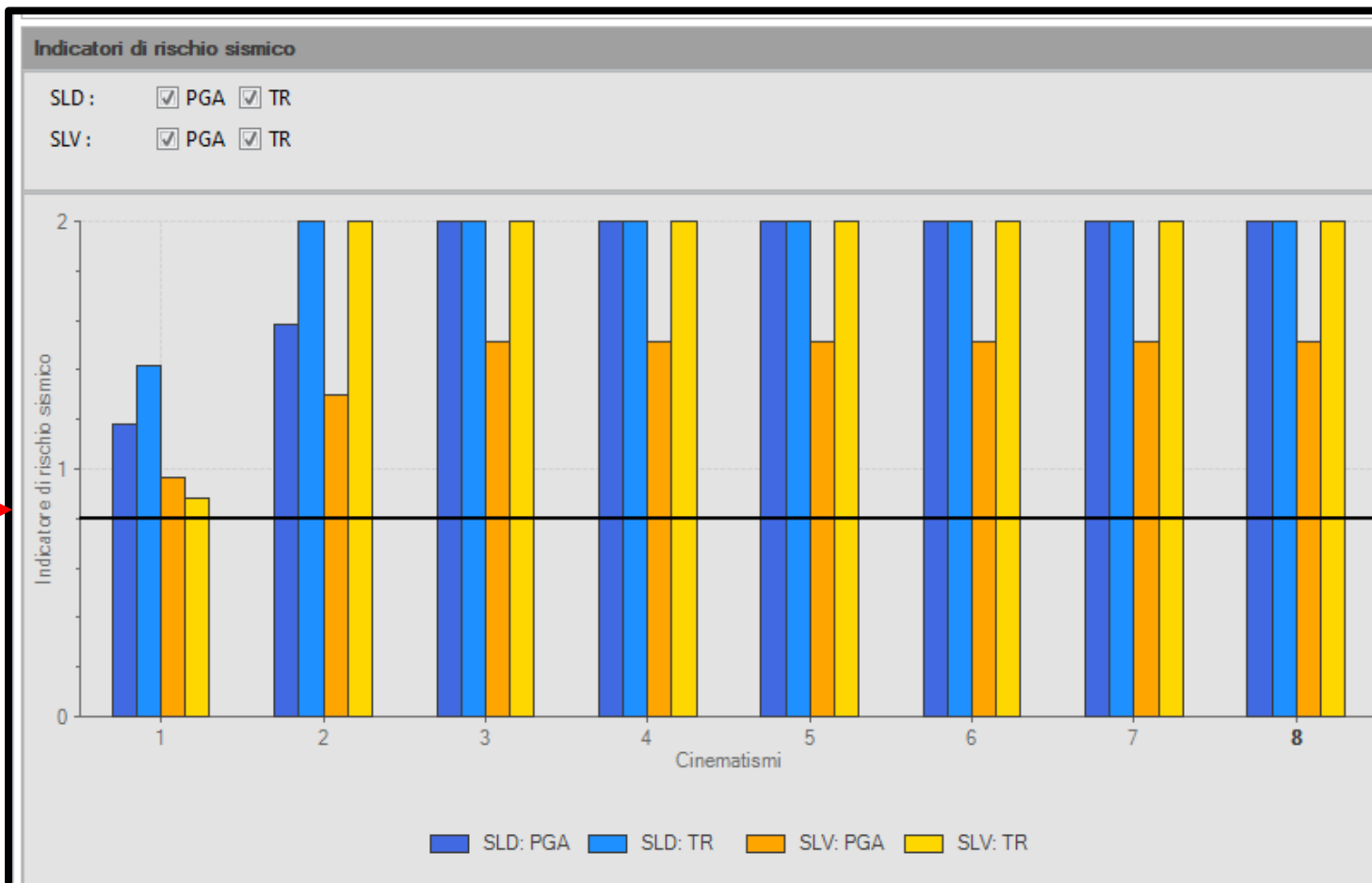
# 7-CALCOLO AGGREGATO DI PROGETTO

**SOLUZIONE CON CATENE METALLICHE**



**7.13-CONFRONTO FRA LA SOLUZIONE CON LE CATENE METALLICHE ED I NASTRI IN FRP**

**SOLUZIONE CON NASTRI FRP**



SI NOTA DAL GRAFICO COME GENERALMENTE I NASTRI FRP SIANO PIU' PERFORMANTI ED ANCHE MENO INVASIVI.  
OVVIAMENTE POI LA SCELTA DIPENDERA' ANCHE DA CRITERI ESTETICI E DALLA POSSIBILITA' O MENO CHE I NASTRI FRP ABBIANO DEGLI ANCORAGGI METALLICI EFFICIENTI.

## 7.14-INDICATORI DI RISCHIO SISMICO

**Indicatori di Rischio** (rapporto fra capacità e domanda).

I valori evidenziati si riferiscono al parametro  $\zeta_E$  definito in termini di PGA.

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )	$\zeta_E$ (TR <sub>C</sub> /TR <sub>D</sub> )
<b>SLO</b>	<b>2.783</b>	9.882
<b>SLD</b>	<b>3.066</b>	23.810
<b>SLV</b>	<b>0.610</b>	0.260

Il valore di PGA specificato in input è pari ad  $ag \cdot S$ , accelerazione al suolo.

### Capacità della struttura in termini di Vita Nominale; Tempo di intervento

Dati in input (domanda):

Classe d'uso della costruzione (§2.4.2): II

Coefficiente d'uso della costruzione (§2.4.2, 2.4.3)  $C_U$ : 1

Vita Nominale  $V_N$  (§2.4.1): 50 anni

Vita di Riferimento (§2.4.3)  $V_R = V_N \cdot C_U$ : 50 anni

$PV_R$  per SLV (definita in input): 10 %

Risultati dell'analisi (capacità):

$TR_{CLV}$  (anni) = 123 anni

Dalla relazione:  $TR = -V_R / \ln(1-PV_R)$ , ponendo  $TR = TR_{CLV}$  e assumendo  $PV_R$  per SLV definita in input, segue la capacità della struttura in termini di Vita di Riferimento ( $V_{RC}$ ) e quindi di Vita Nominale, ossia il Tempo di intervento  $T_{INT} = (TR_{CLV}/C_U) \cdot \ln(1-PV_R)$ :

$V_{RC}$  (anni) = 13 anni

$T_{INT}$  (anni) = 13 anni



# 8.CONFRONTO TABELLE DI VERIFICA FRA L'AGGREGATO ESISTENTE E QUELLO DI PROGETTO

## 8.1-ANALISI STATICA NON SISMICA



Analisi Statica Lineare, NON Sismica (D.M.17.1.2018)

**Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]  
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura**

---

**SLU di salvaguardia della Vita (SLV)  
Verifica di Resistenza (RES)**

**Inviluppo CCC**

Pressofless. complanare [§4.5.6]	0.000	62.7%
Taglio scorcimento [§4.5.6]	4.751	100%
Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	0.126	87.1%
Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	0.000	83.4%
Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]		
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorcimento sul piano di posa [§6.4.2.1]	1.253	

Coefficienti di sicurezza per verifiche da azioni in input:  
verde: soddisfatte per tutti gli elementi  
rosso: non soddisfatte per uno o più elementi

TABELLA AGGREGATO ESISTENTE

**Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]  
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura**

---

**SLU di salvaguardia della Vita (SLV)  
Verifica di Resistenza (RES)**

**Inviluppo CCC**

Pressofless. complanare [§4.5.6]	1.498	100%
Taglio scorcimento [§4.5.6]	>> 1	100%
Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6]	0.715	99.3%
Pressofless. ortogonale (da modello 3D)	2.139	100%
Pressofless. ortog. [§4.5.6.2]		
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorcimento sul piano di posa [§6.4.2.1]	4.477	

Coefficienti di sicurezza per verifiche da azioni in input:  
verde: soddisfatte per tutti gli elementi  
rosso: non soddisfatte per uno o più elementi

TABELLA AGGREGATO DI PROGETTO

# 8.CONFRONTO TABELLE DI VERIFICA FRA L'AGGREGATO ESISTENTE E QUELLO DI PROGETTO

## 8.2-ANALISI STATICA LINEARE



**Analisi Sismica Statica Lineare [§7.8.1.5.2]**  
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

**SLU di salvaguardia della Vita (SLV)**  
**Verifica di Resistenza (RES)**  
Ed.esistente, CU II: obbligatoria

Pressofless. complanare [§7.8.2.2.1]	<b>0.000</b>	<b>30.3%</b>
Taglio scorcimento [§7.8.2.2.2]	<b>0.000</b>	<b>37.9%</b>
Taglio fessuraz. diag. [§C8.7.1.5]	<b>0.069</b>	<b>34.3%</b>
Pressofless. ortog. (da modello 3D) [§7.8.2.2.3]		
Pressofless. ortog. [§7.2.3, §7.8.2.2.3]	<b>0.272</b>	<b>79.0%</b>
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorcimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5]	<b>0.395</b>	

**Confronto fra Capacità e Domanda - Indicatori di rischio**  
Valore obiettivo di (zeta,E) = 0.800  
VN = 50 anni, PGA,DLV = 0.295 g - TR,DLV = 475 anni - P,VR, DLV = 10 %

Indicatore			Indicatore di rischio (zeta,E),SLV		
PGA,CLV (g)	TR,CLV (anni)	PVR,CLV (%)	PGA,CLV / PGA,DLV	TR,CLV / TR,DLV	VN,CLV (anni)
Verifica di Resistenza nel piano					
0.000	0	100	0.000	0.000	0
Verifica di Resistenza fuori piano					
0.080	22	89.250	0.271	0.046	2
Capacità limite in fondazione					
0.056	11	98.913	0.190	0.023	1

**SLE di Danno (SLD)**  
**Verifica di Rigidezza (RIG)**  
Ed.esistente, CU II: non obbligatoria

(q\*d,r / h),max (per mille; deve essere: <= 2) = 2.572

Coefficiente di sicurezza (= 2 / (q\*d,r / h),max) = **0.778**

Coefficienti di sicurezza per verifiche da azione sismica in input:  
verde: soddisfatte per tutti gli elementi: (zeta),E>=1.000  
rosso: non soddisfatte per uno o più elementi: (zeta),E<1.000

PGA,DLD = 0.121 g - TR,DLD = 50 anni - P,VR, DLD = 63 %

Indicatore			Indicatore di rischio ((zeta),E),SLD		
PGA,CLD (g)	TR,CLD (anni)	PVR,CLD (%)	PGA,CLD / PGA,DLD	TR,CLD / TR,DLD	VN,CLD (anni)
Verifica degli Spostamenti					
0.092	29	81.706	0.760	0.580	3

Valori assenti: comportamenti non analizzati  
Indicatori in grigio: comportamenti da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)  
Per la verifica complessiva dell'edificio: consultare Report, Indicatori di rischio sismico

**Analisi Sismica Statica Lineare [§7.8.1.5.2]**  
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

**SLU di salvaguardia della Vita (SLV)**  
**Verifica di Resistenza (RES)**  
Ed.esistente, CU II: obbligatoria

Pressofless. complanare [§7.8.2.2.1]	<b>0.917</b>	<b>99.0%</b>
Taglio scorcimento [§7.8.2.2.2]	<b>1.004</b>	<b>100%</b>
Taglio fessuraz. diag. [§C8.7.1.5]	<b>0.586</b>	<b>96.5%</b>
Pressofless. ortog. (da modello 3D) [§7.8.2.2.3]		
Pressofless. ortog. [§7.2.3, §7.8.2.2.3]	<b>0.976</b>	<b>99.4%</b>
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorcimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5]	<b>1.235</b>	

**Confronto fra Capacità e Domanda - Indicatori di rischio**  
Valore obiettivo di (zeta,E) = 0.800  
VN = 50 anni, PGA,DLV = 0.295 g - TR,DLV = 475 anni - P,VR, DLV = 10 %

Indicatore			Indicatore di rischio (zeta,E),SLV		
PGA,CLV (g)	TR,CLV (anni)	PVR,CLV (%)	PGA,CLV / PGA,DLV	TR,CLV / TR,DLV	VN,CLV (anni)
Verifica di Resistenza nel piano					
0.163	98	39.814	0.553	0.206	10
Verifica di Resistenza fuori piano					
0.292	462	10.249	0.990	0.973	49
Capacità limite in fondazione					
0.374	1232	3.978	1.268	2.594	130

**SLE di Danno (SLD)**  
**Verifica di Rigidezza (RIG)**  
Ed.esistente, CU II: non obbligatoria

(q\*d,r / h),max (per mille; deve essere: <= 2) = 0.646

Coefficiente di sicurezza (= 2 / (q\*d,r / h),max) = **3.096**

Coefficienti di sicurezza per verifiche da azione sismica in input:  
verde: soddisfatte per tutti gli elementi: (zeta),E>=1.000  
rosso: non soddisfatte per uno o più elementi: (zeta),E<1.000

PGA,DLD = 0.121 g - TR,DLD = 50 anni - P,VR, DLD = 63 %

Indicatore			Indicatore di rischio ((zeta),E),SLD		
PGA,CLD (g)	TR,CLD (anni)	PVR,CLD (%)	PGA,CLD / PGA,DLD	TR,CLD / TR,DLD	VN,CLD (anni)
Verifica degli Spostamenti					
0.363	1082	4.518	3.000	21.640	114

Valori assenti: comportamenti non analizzati  
Indicatori in grigio: comportamenti da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)  
Per la verifica complessiva dell'edificio: consultare Report, Indicatori di rischio sismico

TABELLA AGGREGATO ESISTENTE SLV

TABELLA AGGREGATO DI PROGETTO SLV

# 8.CONFRONTO TABELLE DI VERIFICA FRA L'AGGREGATO ESISTENTE E QUELLO DI PROGETTO

## 8.3-ANALISI DINAMICA MODALE



**Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]**  
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

**SLU di salvaguardia della Vita (SLV)**  
**Verifica di Resistenza (RES)**  
Ed.esistente, CU II: obbligatoria

	0.000	29.8%
Pressofless. complanare [§7.8.2.2.1]	0.000	29.8%
Taglio scorrimento [§7.8.2.2.2]	0.000	36.8%
Taglio fessuraz. diag. [§C8.7.1.5]	0.061	35.2%
Pressofless. ortog. (da modello 3D) [§7.8.2.2.3]		
Pressofless. ortog. [§7.2.3, §7.8.2.2.3]	0.272	79.0%
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorrimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5]	0.504	

**Confronto fra Capacita' e Domanda - Indicatori di rischio**  
Valore obiettivo di (zeta,E) = 0.800  
VN = 50 anni, PGA,DLV = 0.295 g - TR,DLV = 475 anni - P,VR, DLV = 10 %

	PGA,CLV (g)	TR,CLV (anni)	PVR,CLV (%)	PGA,CLV / PGA,DLV	TR,CLV / TR,DLV	VN,CLV (anni)
Verifica di Resistenza nel piano	0.000	0	100	0.000	0.000	0
Verifica di Resistenza fuori piano	0.080	22	89.250	0.271	0.046	2
Capacita' limite in fondazione	0.079	22	89.868	0.268	0.046	2

**SLE di Danno (SLD)**  
**Verifica di Rigidezza (RIG)**  
Ed.esistente, CU II: non obbligatoria

(q\*d,r / h),max (per mille'; deve essere: <= 2) = 3.026

Coefficiente di sicurezza (= 2 / (q\*d,r / h),max) = **0.661**

PGA,DLD = 0.121 g - TR,DLD = 50 anni - P,VR, DLD = 63 %

	PGA,CLD (g)	TR,CLD (anni)	PVR,CLD (%)	PGA,CLD / PGA,DLD	TR,CLD / TR,DLD	VN,CLD (anni)
Verifica degli Spostamenti	0.078	21	90.492	0.645	0.420	2

Valori assenti: comportamenti non analizzati  
Indicatori in grigio: comportamenti da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)  
Per la verifica complessiva dell'edificio: consultare Report, Indicatori di rischio sismico

TABELLA AGGREGATO ESISTENTE SLV

**Analisi Sismica Dinamica Modale [§7.8.1.5.3]**  
Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

**SLU di salvaguardia della Vita (SLV)**  
**Verifica di Resistenza (RES)**  
Ed.esistente, CU II: obbligatoria

	0.000	93.9%
Pressofless. complanare [§7.8.2.2.1]	0.000	93.9%
Taglio scorrimento [§7.8.2.2.2]	0.663	94.0%
Taglio fessuraz. diag. [§C8.7.1.5]	0.627	95.4%
Pressofless. ortog. (da modello 3D) [§7.8.2.2.3]		
Pressofless. ortog. [§7.2.3, §7.8.2.2.3]	0.976	99.4%
SL di tipo geotecnico (GEO): Capacità portante del terreno e Scorrimento sul piano di posa [§6.4.2.1, §7.2.5]	1.197	

**Confronto fra Capacita' e Domanda - Indicatori di rischio**  
Valore obiettivo di (zeta,E) = 0.800  
VN = 50 anni, PGA,DLV = 0.295 g - TR,DLV = 475 anni - P,VR, DLV = 10 %

	PGA,CLV (g)	TR,CLV (anni)	PVR,CLV (%)	PGA,CLV / PGA,DLV	TR,CLV / TR,DLV	VN,CLV (anni)
Verifica di Resistenza nel piano	0.180	123	33.339	0.610	0.259	13
Verifica di Resistenza fuori piano	0.292	462	10.249	0.990	0.973	49
Capacita' limite in fondazione	0.360	1044	4.678	1.220	2.198	110

**SLE di Danno (SLD)**  
**Verifica di Rigidezza (RIG)**  
Ed.esistente, CU II: non obbligatoria

(q\*d,r / h),max (per mille'; deve essere: <= 2) = 0.630

Coefficiente di sicurezza (= 2 / (q\*d,r / h),max) = **3.175**

PGA,DLD = 0.121 g - TR,DLD = 50 anni - P,VR, DLD = 63 %

	PGA,CLD (g)	TR,CLD (anni)	PVR,CLD (%)	PGA,CLD / PGA,DLD	TR,CLD / TR,DLD	VN,CLD (anni)
Verifica degli Spostamenti	0.371	1190	4.113	3.066	23.800	125

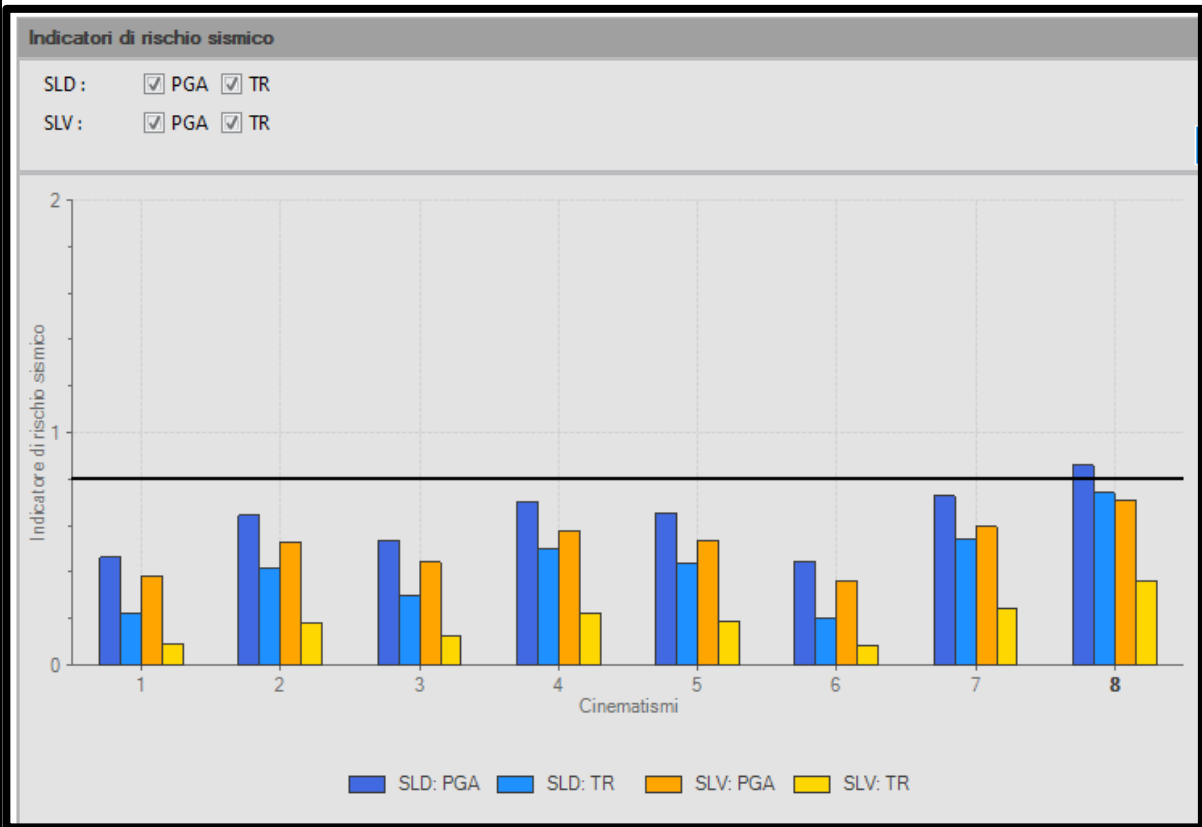
Valori assenti: comportamenti non analizzati  
Indicatori in grigio: comportamenti da non considerare (cfr. §7.3.6, Tab.7.3.III)  
Per la verifica complessiva dell'edificio: consultare Report, Indicatori di rischio sismico

TABELLA AGGREGATO DI PROGETTO SLV

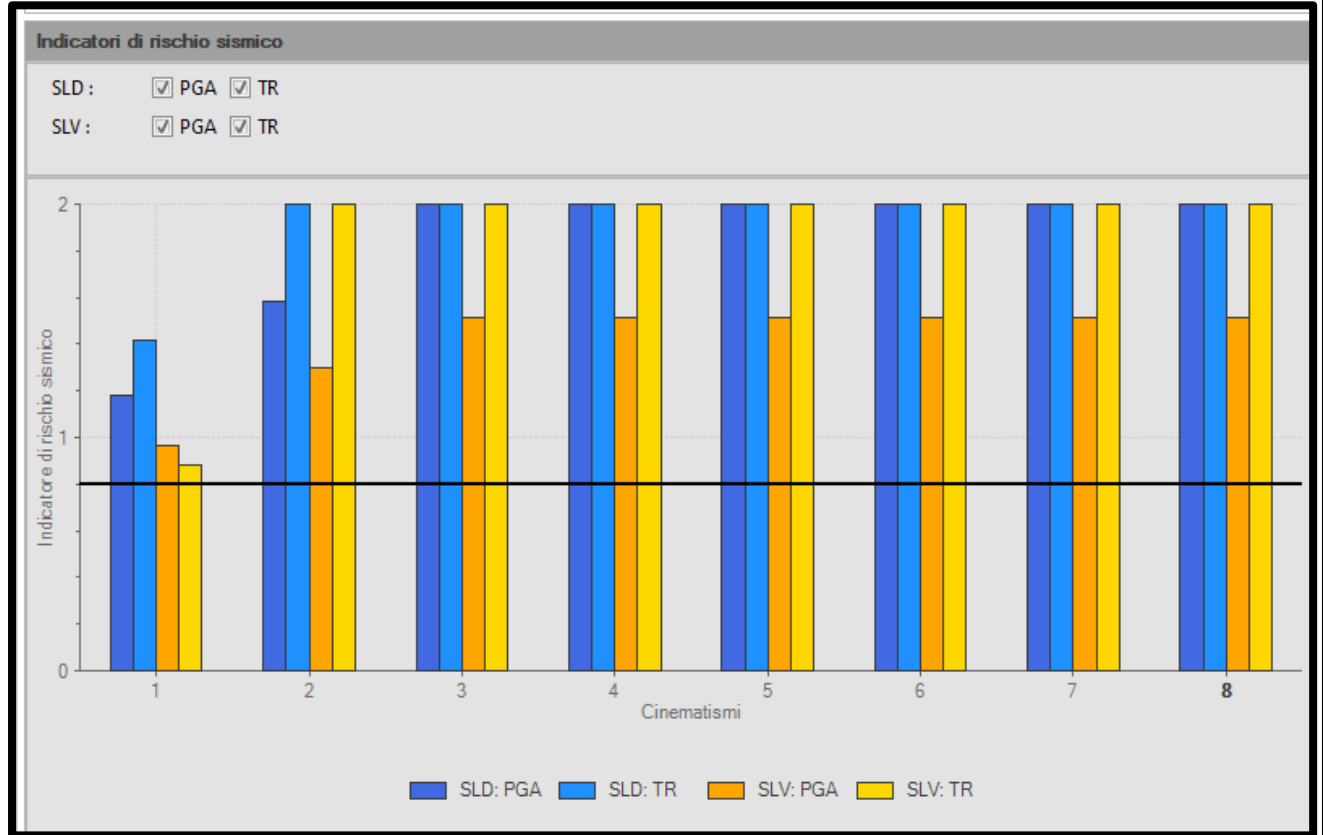


# 8.CONFRONTO TABELLE DI VERIFICA FRA L'AGGREGATO ESISTENTE E QUELLO DI PROGETTO

## 8.4-ANALISI CINEMATICA



**AGGREGATO ESISTENTE**



**AGGREGATO DI PROGETTO-SOLUZIONE CON NASTRI FRP**

## 8.CONFRONTO TABELLE DI VERIFICA FRA L'AGGREGATO ESISTENTE E QUELLO DI PROGETTO

### 8.5-INDICATORI DI RISCHIO RAPPORTO FRA CAPACITA' E DOMANDA I VALORI EVIDENZIATI SI RIFERISCONO AL PARAMATRO $\zeta_E$ IN TERMINI DI PGA

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )	$\zeta_E$ (TR <sub>C</sub> /TR <sub>D</sub> )
<b>SLO</b>	<b>0.587</b>	0.336
<b>SLD</b>	<b>0.645</b>	0.425
<b>SLV</b>	<b>0.000</b>	0.000

TABELLA INDICATORE DI  
RISCHIO AGGREGATO  
ESISTENTE SLV

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )	$\zeta_E$ (TR <sub>C</sub> /TR <sub>D</sub> )
<b>SLO</b>	<b>2.783</b>	9.882
<b>SLD</b>	<b>3.066</b>	23.810
<b>SLV</b>	<b>0.610</b>	0.260

TABELLA INDICATORE DI  
RISCHIO AGGREGATO DI  
PROGETTO SLV

**NEL CONFRONTO DEL PARAMETRO  $\zeta_E$  SI NOTA UN INCREMENTO NELLE PRESTAZIONI IN RELAZIONE ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA DELL'AGGREGATO DI PROGETTO RISPETTO A QUELLO ESISTENTE SUPERIORE AL 60%. L'INTERVENTO DI RECUPERO STRUTTURALE QUINDI RAGGIUNGE E SUPERA AMPLIAMENTE LA SOGLIA MINIMA DEL 10 % PER ESSERE CLASSIFICATO COME MIGLIORAMENTO SISMICO.**

## 12.1-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA ESISTENTE

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M <sup>2</sup> K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETREME DISORDINATO	65 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">1.679 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">1.679 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div>	NO
BLOCCHI DI CALCESTRUZZO FORATI	25 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">1.186 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">1.186 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div>	NO
MATTONI PIENI A DUE TESTE	25 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">1.871 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; color: red;">1.871 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div>	NO

### NOTE:

1- 0.32 ( W/M<sup>2</sup>K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M<sup>2</sup>K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)



## 12.2-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA DI PROGETTO

### 12.2.1-CAPPOTTO INTERNO COSTITUITO DA UN PANNELLO IN POLIURETANO ESPANSO (PIR) DA 6 CM. SOLUZIONE CON BARRIERA AL VAPORE IN ALLUMINIO QUINDI NON AREATA

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M <sup>2</sup> K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETRAMME DISORDINATO	69.5 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0.302 ( W/M<sup>2</sup>K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; color: red;">0.302 ( W/M<sup>2</sup>K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div>	NO

### 12.2.2-CAPPOTTO INTERNO COSTITUITO DA INTONACO TRASPIRANTE IN AEROGEL (GENERICO) DA 10 CM. SOLUZIONE SENZA BARRIERA AL VAPORE QUINDI AREATA

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M <sup>2</sup> K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETRAMME DISORDINATO	74.5 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0.239( W/M<sup>2</sup>K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; color: green;">0.239( W/M<sup>2</sup>K) &lt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M<sup>2</sup>K)</div>	SI

#### NOTE:

1- 0.32 ( W/M<sup>2</sup>K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M<sup>2</sup>K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)

SCRITTA VERDE VERIFICA SODDISFATTA

SCRITTA ROSSA VERIFICA NON SODDISFATTA

# 12.2-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA DI PROGETTO

## 12.2.3-CAPPOTTO INTERNO COSTITUITO DA UN PANNELLO DI CANAPA DA 14 CM. SOLUZIONE SENZA BARRIERA AL VAPORE QUINDI AREATA.

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M <sup>2</sup> K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETRAMME DISORDINATO	80.5 (CM)	0.234 ( W/M <sup>2</sup> K) < 0.32 <sup>1</sup> ( W/M <sup>2</sup> K)	<b>SI</b>
		0.234 ( W/M <sup>2</sup> K) < 0.26 <sup>2</sup> ( W/M <sup>2</sup> K)	

## 12.2.4-CAPPOTTO INTERNO COSTITUITO DA UN PANNELLO IN SILICATO DI CALCIO DA 30 CM. SOLUZIONE SENZA BARRIERA AL VAPORE QUINDI AREATA

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M <sup>2</sup> K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETRAMME DISORDINATO	93 (CM)	0.131 ( W/M <sup>2</sup> K) < 0.32 <sup>1</sup> ( W/M <sup>2</sup> K)	<b>SI</b>
		0.131 ( W/M <sup>2</sup> K) < 0.26 <sup>2</sup> ( W/M <sup>2</sup> K)	

**NOTE:**

1- 0.32 ( W/M<sup>2</sup>K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M<sup>2</sup>K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)



SCRITTA VERDE VERIFICA SODDISFATTA



SCRITTA ROSSA VERIFICA NON SODDISFATTA

# 12.2-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA DI PROGETTO

## 12.2.5-CAPPOTTO INTERNO COSTITUITO DA UN PANNELLO DI CARTONGESSO DA 1.25 CM ACCOPPIATO AD UNA MEMBRANA DI POLIETILENE ESTRUSO RETICOLATO DA 1 CM

### SOLUZIONE CON FRENO VAPORE QUINDI SEMITRASPIRANTE

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M²K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETRAMME DISORDINATO	65.8(CM)	$1.153 ( W/M^2K) > 0.32^1 ( W/M^2K)$ $1.153 ( W/M^2K) > 0.26^2 ( W/M^2K)$	NO

## 12.2.6-CAPPOTTO INTERNO COSTITUITO DA UNA PASTA DI CEMENTO DA 0.8 CM. SOLUZIONE SENZA BARRIERA AL VAPORE QUINDI AREATA

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M²K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETRAMME DISORDINATO	64 (CM)	$0.215( W/M^2K) < 0.32^1 ( W/M^2K)$ $0.215( W/M^2K) < 0.26^2 ( W/M^2K)$	SI

#### NOTE:

1- 0.32 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)



SCRITTA VERDE VERIFICA SODDISFATTA



SCRITTA ROSSA VERIFICA NON SODDISFATTA



# 12.2-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA DI PROGETTO

12.2.8-CAPPOTTO **ESTERNO** COSTITUITO DA UN PANNELLO IN POLIURETANO ESPANSO (PIR) DA 10 CM.  
SOLUZIONE CON FRENO AL VAPORE QUINDI SEMITRASPIRANTE

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M²K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETREME DISORDINATO	75.7CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">0.223 ( W/M²K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M²K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.223 ( W/M²K) &lt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M²K)</div>	NO
BLOCCHI DI CALCESTRUZZO FORATI	39.7 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">0.219 ( W/M²K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M²K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.219 ( W/M²K) &lt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M²K)</div>	NO
MATTONI PIENI A DUE TESTE	39.7(CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">0.228 ( W/M²K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M²K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.228 ( W/M²K) &lt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M²K)</div>	NO

**NOTE:**

1- 0.32 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)



SCRITTA VERDE VERIFICA SODDISFATTA



SCRITTA ROSSA VERIFICA NON SODDISFATTA

# 12.2-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA DI PROGETTO

## 12.2.9-CAPPOTTO **ESTERNO** COSTITUITO DA UN PANNELLO IN FIBRA DI CANAPA DA 10 CM. SOLUZIONE SENZA BARRIERA AL VAPORE QUINDI AREATA

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M²K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETREME DISORDINATO	75.7CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">0.313 ( W/M²K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M²K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.313 ( W/M²K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M²K)</div>	NO
BLOCCHI DI CALCESTRUZZO FORATI	39.7 (CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">0.304 ( W/M²K) &lt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M²K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.304 ( W/M²K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M²K)</div>	NO
MATTONI PIENI A DUE TESTE	39.7(CM)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">0.322 ( W/M²K) &gt; 0.32<sup>1</sup> ( W/M²K)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0.322 ( W/M²K) &gt; 0.26<sup>2</sup> ( W/M²K)</div>	NO

**NOTE:**

1- 0.32 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)



SCRITTA VERDE VERIFICA SODDISFATTA



SCRITTA ROSSA VERIFICA NON SODDISFATTA

# 12.2-TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI TERMOIGROMETRICI MURATURA DI PROGETTO

## 12.2.10-CAPPOTTO **ESTERNO** COSTITUITO DA INTONACO DI CEMENTO DA 8 MM. SOLUZIONE SENZA BARRIERA AL VAPORE QUINDI AREATA

TIPOLOGIA DI MURATURA	SPESSORE TOT.MURATURA (CM)	TRASMITTANZA TERMICA U( W/M²K)	CONDENSA INTERSTIZIALE
MURATURA IN PIETREME DISORDINATO	66.2CM)	0.217 ( W/M²K) < 0.32 <sup>1</sup> ( W/M²K) 0.217 ( W/M²K) < 0.26 <sup>2</sup> ( W/M²K)	NO
BLOCCHI DI CALCESTRUZZO FORATI	30.2 (CM)	0.212 ( W/M²K) < 0.32 <sup>1</sup> ( W/M²K) 0.212 ( W/M²K) < 0.26 <sup>2</sup> ( W/M²K)	NO
MATTONI PIENI A DUE TESTE	30.2(CM)	0.220 ( W/M²K) < 0.32 <sup>1</sup> ( W/M²K) 0.220 ( W/M²K) < 0.26 <sup>2</sup> ( W/M²K)	NO

### NOTE:

1- 0.32 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE RIQUALIFICAZIONI E RISTRUTTURAZIONI ENERGETICHE IN BASE AL (D.M. 26/06/2015)

2- 0.26 ( W/M²K) E' IL VALORE MINIMO PER ACCEDERE ALLE DETRAZIONI SECONDO IL D.M. DEL 06/08/2020)



SCRITTA VERDE VERIFICA SODDISFATTA



SCRITTA ROSSA VERIFICA NON SODDISFATTA

Recuperare strutturalmente e riqualificare energeticamente questi aggregati edilizi, realizzati da manodopera non specializzata con un tipo di architettura che possiamo definire “**spontanea**”, è ovviamente fondamentale, ma bisogna farlo mantenendone intatto il fascino e l’attrattiva che hanno sempre esercitato. **E’ quindi importante oltre che da un punto di vista della sicurezza sismica, anche da un punto di vista ambientale, perché evita l’utilizzo di altro suolo per nuove costruzioni, e non da ultimo da un punto di vista turistico. I piccoli borghi rappresentano un tesoro che va salvaguardato nel modo migliore possibile e cioè tutelando le loro peculiarità architettoniche originali**, dato che l’Italia dei borghi con le sue murature in pietra caratteristiche, molto spesso ambientate in luoghi con scenari meravigliosi e selvaggi, sono una delle tante attrattive che gli stranieri cercano nel nostro Bel Paese, perché come sosteneva il grande drammaturgo tedesco **Johann Wolfgang von Goethe :” gli stranieri sono lo specchio migliore in cui possiamo riconoscere noi stessi”**.