



COMUNE DI PALAGANO

3° Servizio Tecnico - LL.PP. -

Via 23 Dicembre, 74 – 41046 Palagano (MO)

MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO

PROGETTO ESECUTIVO



Elaborato:

S4.i

RELAZIONE DI SINTESI

-Revisione 2 -

Palagano, lì 14.07.2022

Il progettista
GIUSTI ing. Giovanni

Visto il R.U.P.
CAPPELLETTI geom. Cesare

DATI GENERALI

Committente: **Comune di Palagano, Via 23 Dicembre, 74 – 41046 Palagano (MO)**
Località: **Palagano**
Indirizzo: **Via 23 Dicembre, 76 - 41046 Palagano (MO)**
Intervento: **Miglioramento sismico**
Destinazione d'uso: **Municipio**
Tipologia: **Struttura portante in muratura**

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'analisi della struttura in oggetto è stata eseguita utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

- D.M. 17/01/2018;
- Circolare C.S.LL.PP. del 21.01.2019 n. 7/2019;
- D.P.R. 380/2001 t.a.
- L.R. 19/2008
- DGR 1814 del 07.12.2020

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

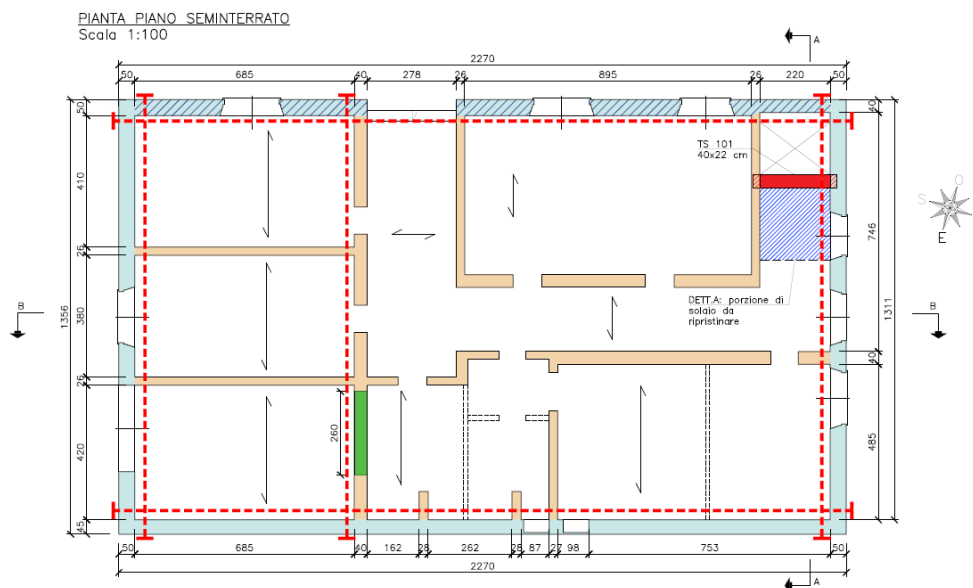
Il Municipio di Palagano è composto da un unico corpo di fabbrica, di forma regolare sia in pianta che in elevazione, con struttura portante in muratura di pietrame per i muri perimetrali del piano S1 e per le parti a vista nei piani superiori, di mattoni pieni in laterizio per i restanti muri, solai in laterocemento a travetti e pignatte, copertura a padiglioni con orditura in travette in c.a. tipo “varese” e tavolato in tavelloni in laterizio.

Le fondazioni sono continue in muratura di pietrame con base per i muri perimetrali da 1 m e da 0.60-0.80 per i muri interni come si evince dal progetto originario e dai sondaggi eseguiti (Rif. documentazione verifica di sicurezza).

Gli interventi di miglioramento sismico delle strutture murarie in elevazione del Municipio sono finalizzati ad aumentare la risposta delle stesse di almeno il 20% e fino a raggiungere un livello almeno del 60% di quello previsto dall'attuale normativa.

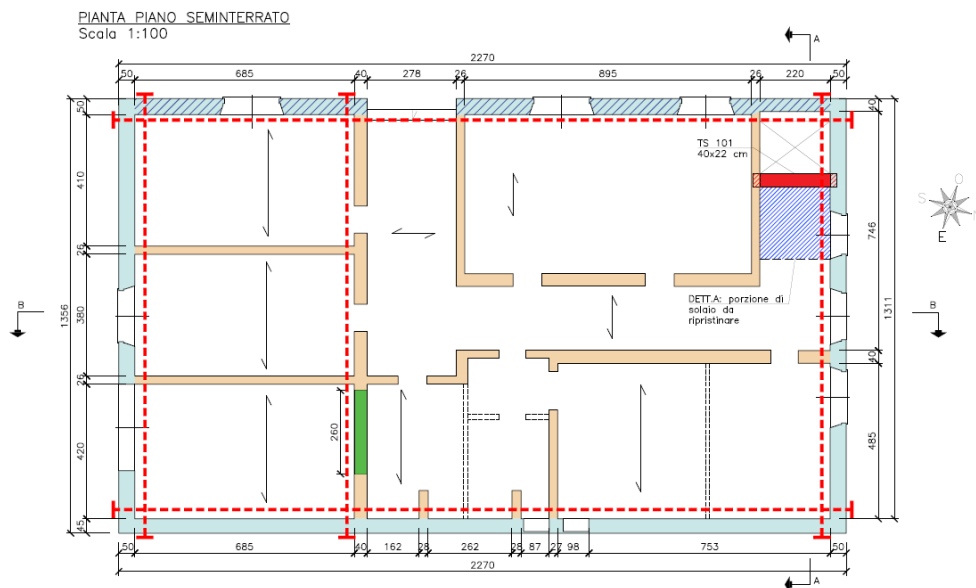
Per il raggiungimento degli obiettivi di cui sopra nel presente progetto sono previsti i seguenti principali interventi:

- 1) Rinforzo di buona parte dei maschi murari, mediante consolidamento con intonaco (betoncino) armato;



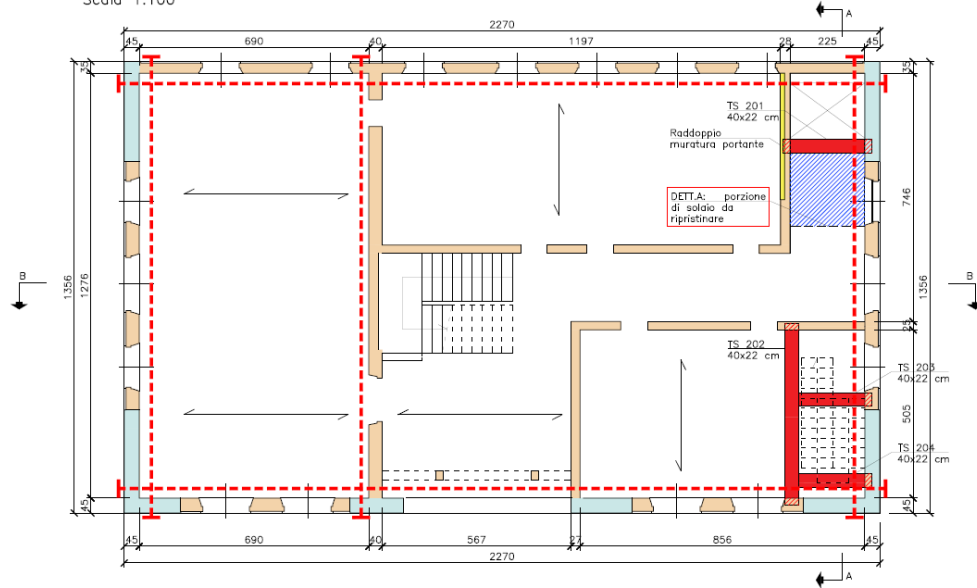
Rinforzo dei maschi murari – pianta piano seminterrato

Intervento sulle fondazioni - dettaglio



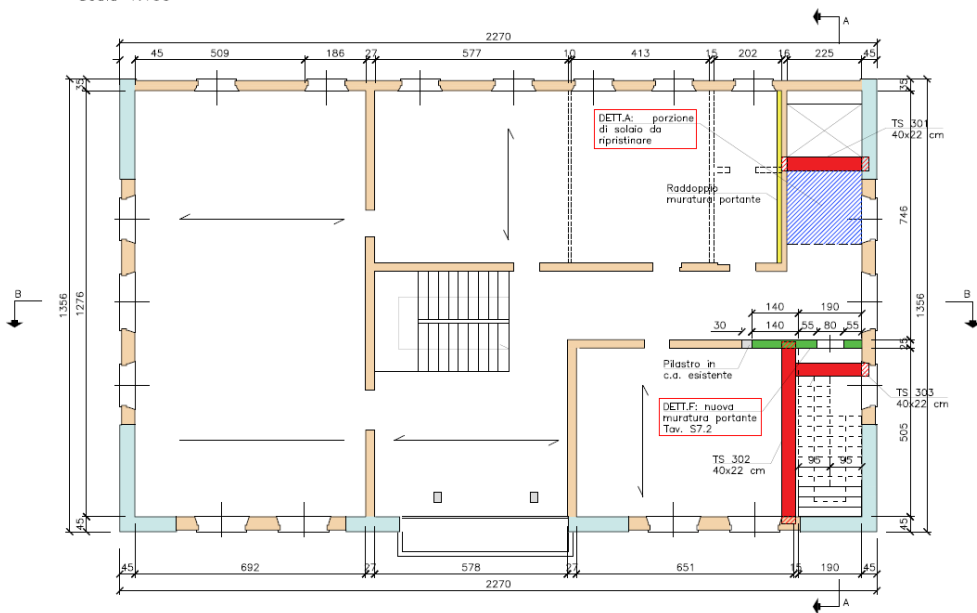
Rinforzo dei maschi murari – pianta piano seminterrato

PIANTA PIANO TERRA
Scala 1:100




Rinforzo dei maschi murari – pianta piano terra

PIANTA PIANO PRIMO
Scala 1:100



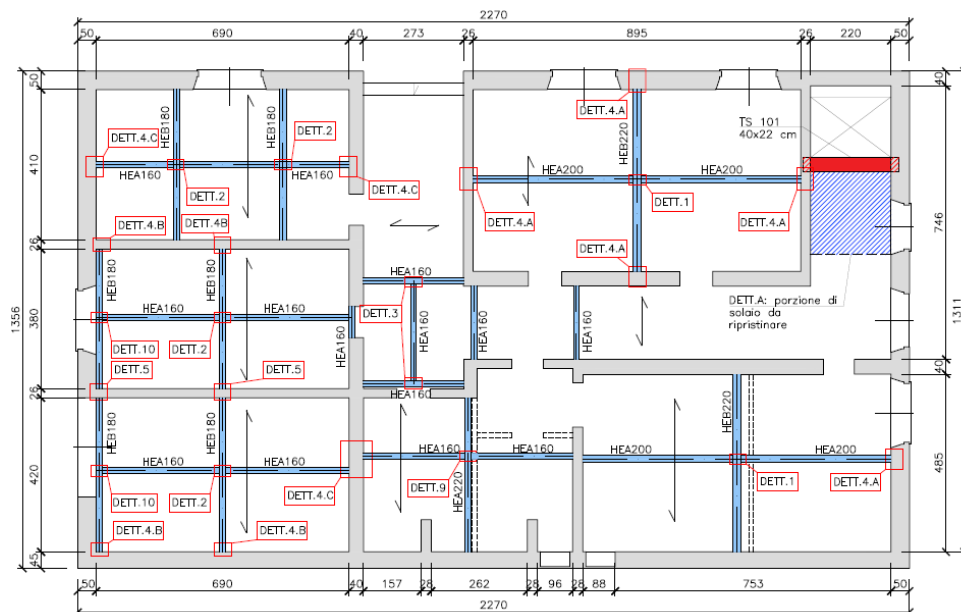
Rinforzo dei maschi murari – pianta piano primo

LEGENDA

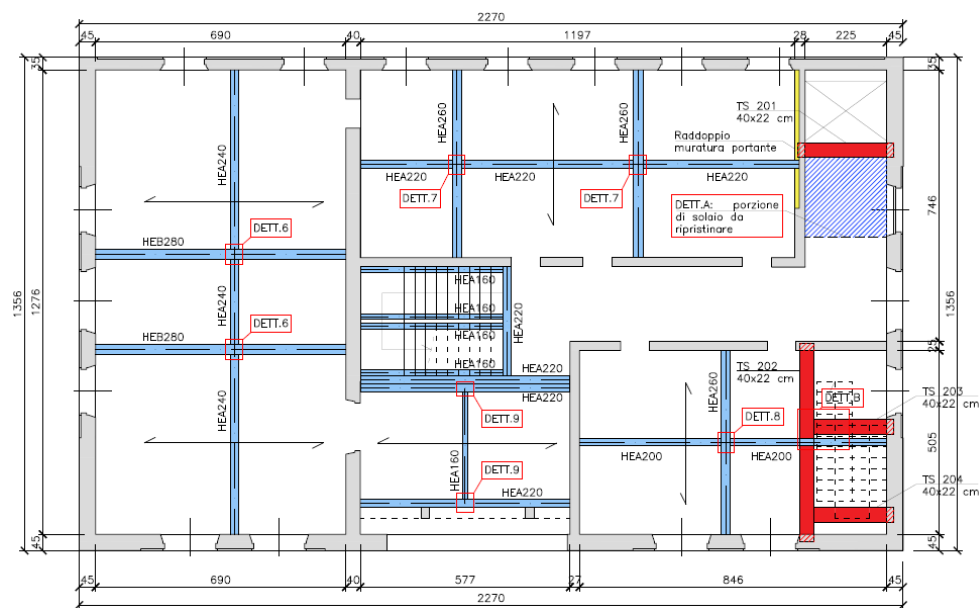
	Muratura in pietre a spacco con buona tessitura
	Muratura in pietre a spacco con buona tessitura rinforzata mediante intonaco armato
	Muratura in mattoni pieni e malta di calce rinforzata mediante intonaco armato
	Raddoppio di muratura in mattoni pieni e malta di calce a una testa
	Nuove travi in c.a. in spessore di solaio (dettagli in tavole S7.1, S7.2)
	Porzione di solaio da ripristinare (dettagli in tavola S7.1)
	Nuova parete in mattoni pieni e malta di calce a due teste
	Catena antiribaltamento Ø24
	Solai in laterocemento

Rinforzo dei maschi murari – legenda

2) Rinforzo dei solai di piano, mediante inserimento di travi in acciaio disposte all'intradosso dei solai e innestate ai muri portanti;



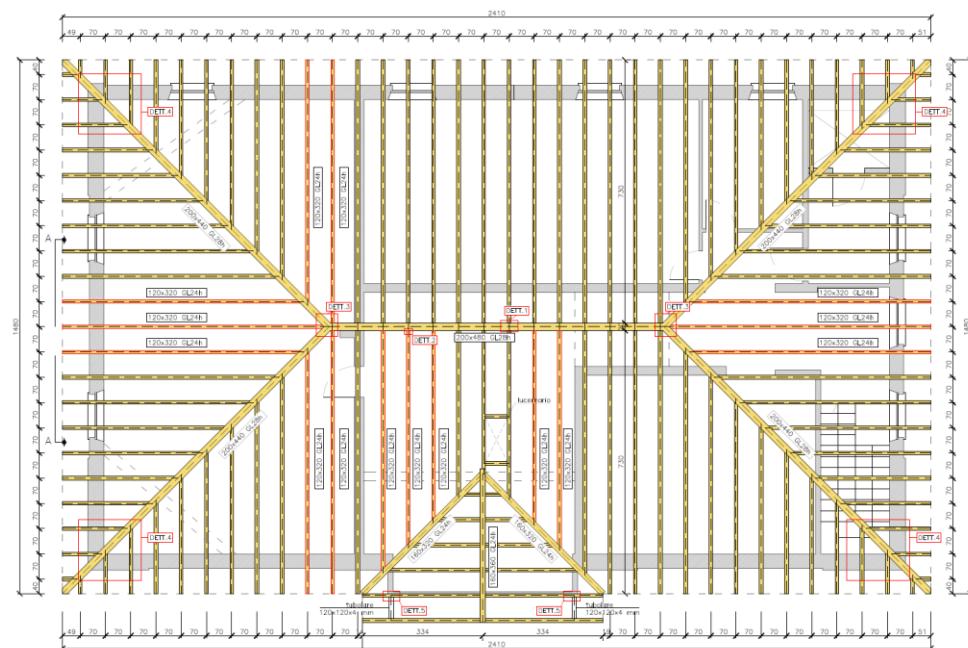
Rinforzo dei solai – primo orizzontamento



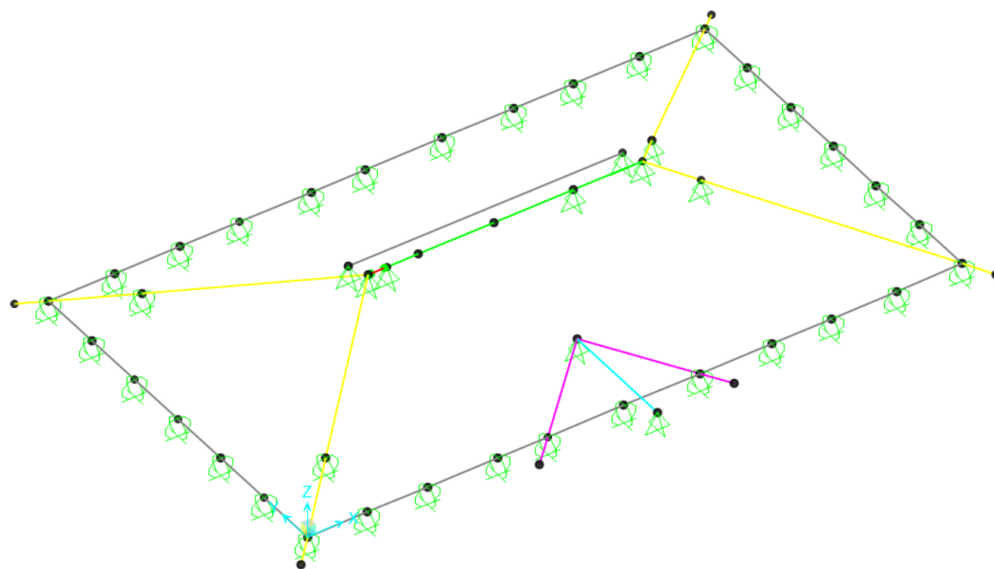
Rinforzo dei solai – secondo orizzontamento

Il 3° solaio non sarà rinforzato e per esso il carico variabile sarà limitato a 0.50 kN/mq essendo in progetto il sottotetto agibile per sola manutenzione.

- 3) Rifacimento e alleggerimento del tetto, mediante orditura lignea, e contestuale inserimento di cordolo in c.a. sommitale;



Rifacimento della copertura – pianta



Modello FEM

-
- 6) Inserimento di catene metalliche, volte ad inibire i meccanismi di collasso locali;
 - 7) Demolizione di una scala interna per creazione vano ascensore e futuro inserimento di un ascensore; contestuale rifacimento della porzione di solaio mediante soletta piena in c.a. di spessore pari a 20 cm;
 - 8) Raddoppio dello spessore di una porzione di muro portante adiacente alla scala di servizio in demolizione;
 - 9) Inserimento di una nuova porzione di muratura portante al 1° piano;
 - 10) Creazione vano per il futuro inserimento di una nuova scala metallica a collegamento del 1° piano con il sottotetto;
 - 11) Inserimento di diverse travi in c.a. in spessore di solaio, volte a supportare la nuova scala metallica e a fungere da cordolo per la porzione di solaio in costruzione in luogo della scala in demolizione;

L'intervento nel complesso si propone di ottenere un miglioramento sismico del fabbricato, di cui al §8.4.2. delle NTC2018.

Dal momento che la struttura è in classe IV, a seguito degli interventi di miglioramento l'indice di vulnerabilità ζ_E dovrà risultare non inferiore a 0,6.

Si sottolinea inoltre che l'intervento 10) di inserimento della nuova scala metallica può essere classificato come "IPRIPI" ai sensi della DGR 2272/2016, al punto §B.5.1. Trattasi di scala metallica leggera, di altezza inferiore a 3.5 m (altezza pari a 3.22 m) e larghezza inferiore a 1 m (larghezza rampa 0.95 m), come illustrato nei disegni esecutivi allegati.

Le immagini che seguono sono tratte dai disegni esecutivi allegati e illustrano gli interventi in progetto.

CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE.

Il miglioramento delle strutture è stato progettato affinché possa proseguire l'utilizzo dell'edificio come municipio; le strutture migliorate saranno in modo di garantire adeguata sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio, per il peso proprio (G1), per i carichi permanenti portati (G2) e per i carichi variabili sulla copertura (Neve) e robustezza nei confronti delle azioni eccezionali (sisma) secondo i criteri delle NTC18 (DM 17.01.2018) per un indicatore di sicurezza $IS \geq 0.60$ in termini di rapporto capacità/domanda $\alpha_{slv} = (PGASLV/PGADSLV) \geq 0.60$ con incremento $\Delta\alpha_{slv} \geq 0.20$ rispetto allo stato attuale.

CARICHI

I carichi unitari, con riferimento alle analisi dei carichi, gravanti sulla copertura e sui solai intermedi sono:

1° Solaio e 2° (Cat C2)

Ambienti zona ingresso e sala consigliare.

		Spessore [m]	Peso specifico [daN/m ³]	Peso totale [daN/m ²]
G1				
	Solaio in latero-cemento	0.22	-	270
			Totale G1	270
G2		-	-	
	Sottofondo	0.025	2000	50
	Pavimento in marmo	0.025	-	70
	Tramezze	-	-	120
			Totale G2	240
Q				
	Aree suscettibili di affollamento (Cat. C2)		-	400
			Totale Q	400

1° e 2° Solaio (Cat B2)

Ambienti destinati ad uffici.

		Spessore [m]	Peso specifico [daN/m ³]	Peso totale [daN/m ²]
G1				
	Solaio in latero-cemento	0.22	-	270
			Totale G1	270

G2		-	-	
	Sottofondo	0.025	2000	50
	Pavimento in marmo	0.025	-	70
	Tramezze	-	-	120
			Totale G2	240
Q				
	Uffici aperti al pubblico (Cat. B2)		-	300
			Totale Q	300

3° Solaio (sottotetto)

		Spessore [m]	Peso specifico [daN/m³]	Peso totale [daN/m²]
G1				
	Solaio in latero-cemento	0.22	-	270
			Totale G1	270
G2		-	-	
	Rasatura	0.035	2000	70
	Tramezze	-	-	120
			Totale G2	190
Q				
	Sola manutenzione (Cat. H)		-	50
			Totale Q	50

Copertura

		Spessore [m]	Peso specifico [daN/m³]	Peso totale [daN/m²]
G1				
	Copertura in legno	-	-	25
			Totale G1	25
G2		-	-	
	Guaina	-	-	5
	Tavolato	0.05	500 daN/mc	25
	Coibentazione	-	-	10

	Tegole	-	-	60
	Fotovoltaico	-	-	20
			Totale G2	120
Q				
	Carico da neve (Cat.H)		-	260
			Totale Q	260

PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base del sito - determinata attraverso le coordinate geografiche - è definita, con riferimento al p.to 3.2 del DM 17.012018 (NTC18), in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su un suolo di riferimento rigido (cat. A) con superficie orizzontale, nonché di valori dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$ con riferimento alle prefissate probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

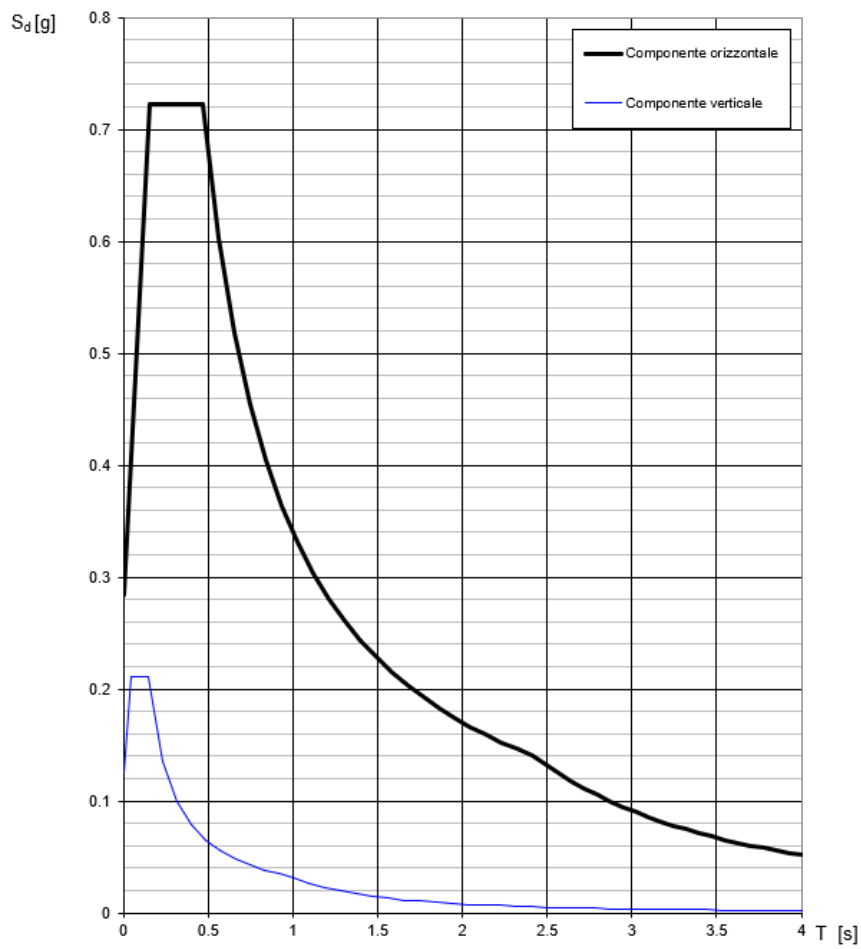
Il fabbricato in oggetto, ubicato in Via 23 Dicembre n. 74 – 41046 Palagno (MO), è inserito nella zona sismica 3 dal 23.10.2005.

Si riportano i valori dei parametri: $a_g(g)$, F_0 , T_C^* elaborati con il programma “Spettri V. 1.03 del C.S.LL.PP.:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.078	2.475	0.265
SLD	101	0.096	2.473	0.273
SLV	949	0.204	2.547	0.303
SLC	1950	0.251	2.580	0.315

Nella relazione S1 sono riportati tutti i parametri di base per il calcolo ed i diagrammi spettrali nei diversi SL.

Si riporta il diagramma dello spettro allo SLV:



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.204 g
F_0	2.547
T_c^*	0.303 s
S_s	1.388
C_c	1.558
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.388
η	1.000
T_B	0.157 s
T_C	0.471 s
T_D	2.417 s

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO

1	CONTESTO EDILIZIO E CARATTERISTICHE GENERALI	<p>L'edificio, posto nel capoluogo di Palagno in contesto urbano, è stato realizzato negli anni sessanta del secolo scorso, infatti, da informazioni acquisite presso gli uffici comunali, la progettazione risale al 1963, progetto dell'ing. Ignazio Ranucci in data 08-10.06.1963, la costruzione è iniziata nel 1965 e terminata nel 1967.</p> <p>Le strutture in elevazione dell'edificio sono in muratura.</p> <p>L'edificio, a pianta rettangolare di 22.70*15.65 m circa e altezza di 12.50 m circa.</p>			
	STRUTTURA				
	DESCRIZIONE STRUTTURA ESISTENTE:	<p>Fondazioni: dirette in muratura di pietrame.</p> <p>Strutture in elevazione: muri portanti in pietrame per i muri perimetrali del piano S1 e per le parti a vista nei piani superiori e, invece di mattoni pieni in laterizio per i restanti muri.</p> <p>I solai sono in laterocemento a travetti e pignatte sp. 20 cm, con rasatura per uno spessore totale di 22 cm circa; sono presenti cordoli di piano in cls. debolmente armati che non offrono efficaci ritegni al cinetismo di ribaltamento delle pareti portanti in muratura.</p> <p>Copertura a falde con orditura in travette in c.a. tipo varese, h 15 cm, e tavolato in tavelloni in laterizio.</p>			
	TIPOLOGIA INTERVENTO:	L'intervento è di miglioramento su fabbricato esistente finalizzato ad ottenere un indice di sicurezza $I_s \geq 0.60$ con $\Delta I_s \geq 0.20$ rispetto allo stato di fatto.			
	DESTINAZIONE D'USO:	<p>Destinazione d'uso del fabbricato. Municipio.</p> <p>Classe d'uso IV.</p>			
	NORMATIVA TECNICA:	<p>Il progetto è redatto nel rispetto di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Norme Tecniche per le Costruzioni NTC18 di cui al DM 17.01.2018; - Circolare C.S.LL.PP. del 21.01.2019 n. 7/2019 			
	PRESCRIZIONI SISMICHE DEGLI STRUMENTI URBANISTICI:	Gli strumenti urbanistici del Comune di Palagano non impongono particolari prescrizioni sismiche per la zona in esame.			
	PARAMETRI SISMICI				
	Zona sismica del sito	3			
	Coordinate geografiche del sito (32T):	Long.	10,6478°	Lat.	44,3207°
	Vita nominale:	V_N	50	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
	Classe d'Uso	IV	$C_u =$	2	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti

Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U$	100	anni
Categoria del sottosuolo		C	
Categoria topografica		T1	Pianeggiante o pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$
Amplificazione topografica	S_T	1	
Coeff.te di sottosuolo	S_S	1.388	
Coeff.te di amplificazione	$S = S_S \cdot S_T$	1.388	
Fattore di struttura:	$q = q_0 \cdot K_R$	1.0	Valore assegnato
Accelerazione orizzontale massima al sito:	$a_g = 0.204$ [g] allo SLV		

MATERIALI	Esistente	Struttura Muratura portante	Mat.le Muratura di pietrame: Mattoni pieni:			
		Copertura	Travette in c.a. tipo varese e tavelloni in laterizio.			
			Mat.le	Classe di res.za		
	Miglioramento:	Rafforzamento fondazioni (cordoli e traversi)	Cls	C25/30	Acciaio:	B450C
		Rinforzo solai:	Profili in acciaio:	S275		
		Rinforzo murature:	Betoncino in malta cementizia		Acciaio:	B450C
		Cordolo:	Cls	C25/30	Acciaio:	B450C
		Copertura	Legno LL	Cl. GL24h – GL 28h		
			Piastre		Acciaio S275	
			Chiodi		Ankers	
			Viti		Fu 600	

CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

Classe di duttilità		Bassa
Regolarità:	Pianta:	Regolare
	Elevazione:	Regolare
Tipologia strutturale	Muratura	
Fattore di struttura	$q = q_0 \cdot K_R$	= 1 Valore assegnato
Stati limite	SLV	Stato limite di salvaguardia della vita
	SLO	Stato limite di operatività
Giunti di separazione		Non esistenti/previsti (unica U.S.)
Elementi non strutturali:	Criteri:	Si determinano le azioni sismiche ai sensi del punto 7.2.3 delle NTC18.
Impianti:	Criteri:	Non presenti impianti di rilievo.
Fondazioni		Esistenti: Continue in muratura di pietrame In progetto: Rafforzamento mediante cordoli e traversi in c.a.

Vincoli interni/esterni:	Elementi strutturali in elevazione:	Esterni: fondazioni; Interni: connessioni strutturali dei rinforzi con le strutture murarie esistenti
--------------------------	-------------------------------------	--

Schemi statici adottati:	Strutture in elevazione:	Modello a telai equivalenti ai setti murari
--------------------------	--------------------------	---

COMBINAZIONI DELLE AZIONI			Coefficienti			
			Parziali			Comb.ne
			γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{Q1}	ψ_{21}
	SLV	$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_{Q1} * Q$	1.3	1.5	1.5	
	SLO	$G_1 + G_2 + \gamma_{21} * Q$				0.3

METODO DI ANALISI		Analisi pushover
-------------------	--	------------------

CRITERI DI VERIFICA CON AZIONE SISMICA	SLV	Stato limite di salvaguardia della vita
	SLO	Verifica delle deformazioni a $t=0$ e $t=\infty$

DIAGRAMMI SOLLECITAZIONI E DEFORMAZIONI		Sono allegati alla relazione di calcolo.
---	--	--

AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO		
-------------------------------------	--	--

STRUTTURE DI FONDAZIONE:		Verifica della resistenza dei cordoli e dei traversi di collegamento in c.a.. Verifica della capacità portante del terreno di fondazione.
--------------------------	--	--

CATEGORIA DI INTERVENTO	Miglioramento	Rif.to P.to 8.4.2 e C8.4.2 delle NTC18
-------------------------	---------------	--

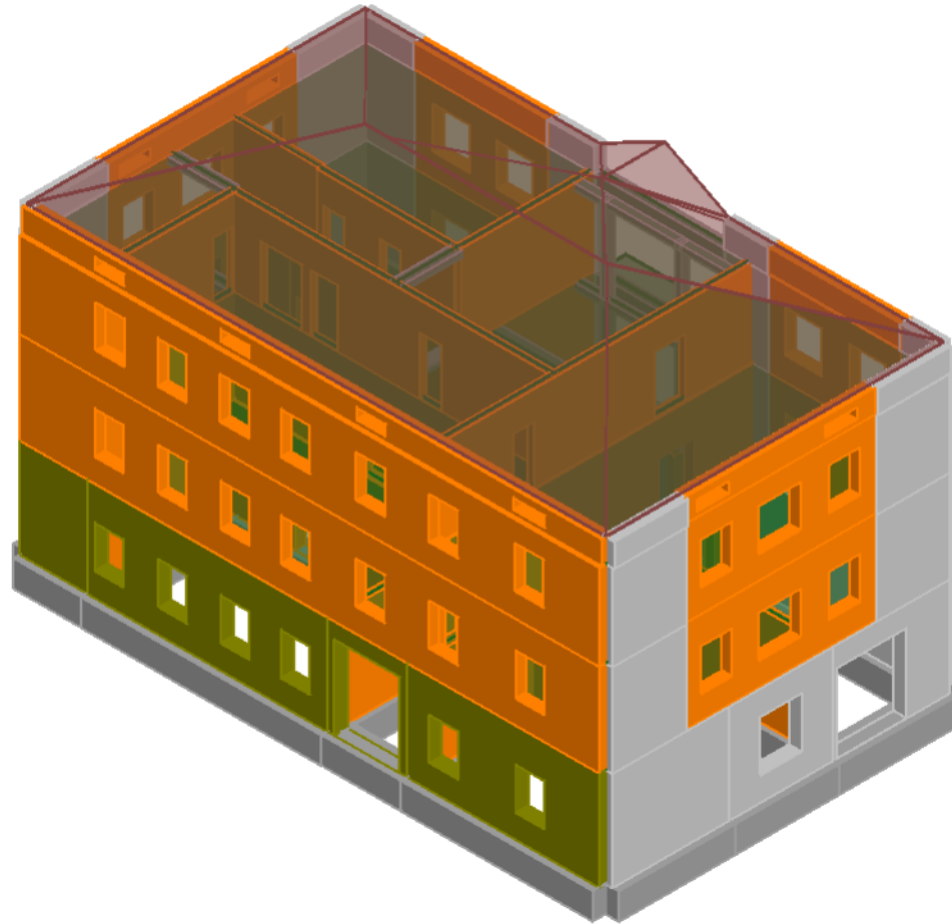
LIVELLI DI CONOSCENZA	FC= 1.2	LC2: Disponibilità completa di disegni originali della costruzione, della prova di carico del solaio della sala consiliare e del collaudo tecnico amministrativo. Verifiche in sito limitate.
-----------------------	---------	--

RISULTATI PIU' SIGNIFICATIVI IN TERMINI DI SICUREZZA		Verifica di resistenza dei setti murari in condizioni sismiche con $I_s > 0.60$. Verifica di resistenza dei solai. Verifica positiva della copertura con il carico di neve di cui alle vigenti NTC18: 2.60 kN/m^2 Le verifiche effettuate consentono di ritenere le strutture portanti del municipio migliorate con I_s di progetto > 0.60 .
--	--	--

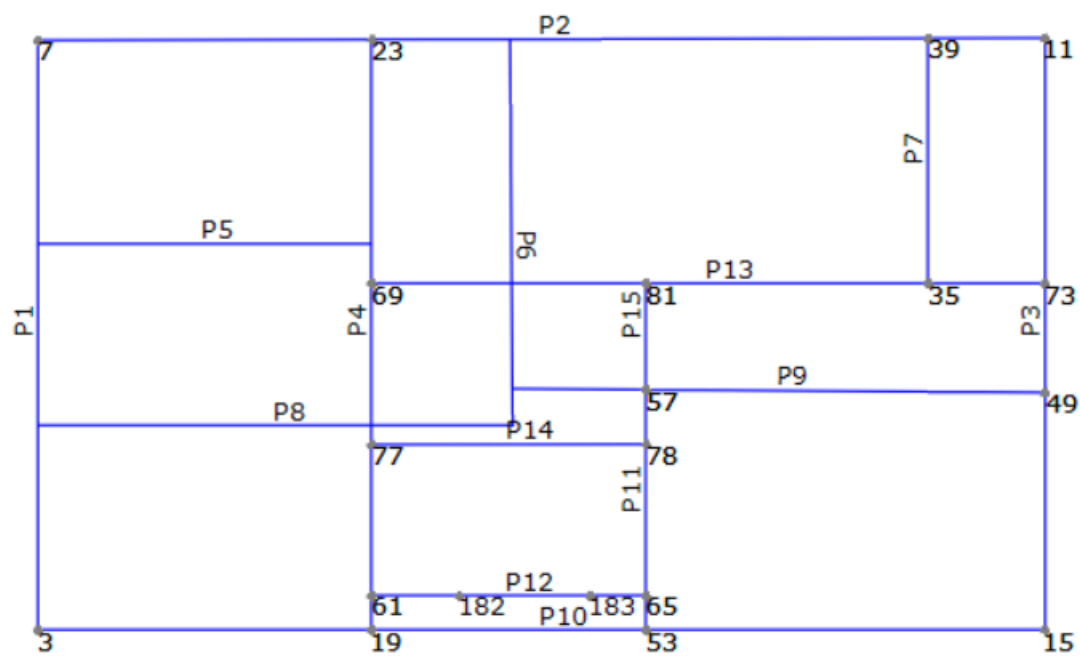
In sede di progettazione esecutiva strutturale si è provveduto a:

- Verificare con sondaggi sufficientemente estesi l'esistenza dei cordoli di piano che sono risultati esistenti ma debolmente armati e quindi non in grado di offrire adeguati collegamenti tra i setti murari e ripartizione delle azioni nel piano.
- Effettuare e dettagliare le verifiche di resistenza sia in condizioni statiche che sismiche di tutti gli elementi strutturali.
- Si riportano i grafici e diagrammi più significativi delle verifiche effettuate:

SCHEMA MODELLO DI CALCOLO STRUTTURALE:



Nomenclatura delle pareti del modello di calcolo.



PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Si riportano i diagrammi delle principali analisi eseguite, per il dettaglio si rinvia alla relazione di calcolo Elab. S3:

- Analisi globale:

Le tabelle che seguono riassumono i risultati delle analisi di push-over effettuate.

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	4,03	4,14	2,57	Si	3,31	3,11	2,19	No
2	+X	Forze statiche	0,0	5,00	4,21	3,51	No	4,15	3,16	2,99	No
3	-X	Uniforme	0,0	3,86	4,45	3,12	Si	3,16	3,34	2,65	Si
4	-X	Forze statiche	0,0	4,73	4,74	4,06	No	3,92	3,56	3,46	No
5	+Y	Uniforme	0,0	4,52	4,67	3,63	Si	3,74	3,50	3,09	No
6	+Y	Forze statiche	0,0	5,39	4,04	4,40	No	4,48	3,03	3,74	No
7	-Y	Uniforme	0,0	4,17	3,33	3,82	No	3,44	2,50	3,25	No
8	-Y	Forze statiche	0,0	4,85	4,42	4,25	No	4,02	3,32	3,62	No
9	+X	Uniforme	65,1	3,96	4,04	2,57	Si	3,25	3,03	2,19	No
10	+X	Uniforme	-65,1	3,91	4,24	2,62	Si	3,21	3,18	2,23	No
11	+X	Forze statiche	65,1	4,97	4,14	3,48	No	4,12	3,10	2,96	No
12	+X	Forze statiche	-65,1	4,95	4,28	3,56	No	4,10	3,21	3,03	No
13	-X	Uniforme	65,1	3,87	4,16	3,11	Si	3,18	3,12	2,65	No
14	-X	Uniforme	-65,1	3,84	4,55	3,17	Si	3,15	3,41	2,70	Si
15	-X	Forze statiche	65,1	4,69	4,47	4,36	No	3,89	3,35	3,71	No
16	-X	Forze statiche	-65,1	4,73	4,69	4,41	No	3,92	3,52	3,75	No
17	+Y	Uniforme	111,0	4,66	4,35	3,66	No	3,86	3,26	3,12	No
18	+Y	Uniforme	-111,0	4,59	4,94	3,66	Si	3,80	3,70	3,11	No
19	+Y	Forze statiche	111,0	5,43	4,07	4,69	No	4,52	3,05	4,00	No

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLC [cm]	Du SLC [cm]	q* SLC	SLC ver.	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
20	+Y	Forze statiche	-111,0	5,23	4,22	4,74	No	4,34	3,17	4,03	No
21	-Y	Uniforme	111,0	4,33	3,77	3,91	No	3,57	2,82	3,33	No
22	-Y	Uniforme	-111,0	4,05	2,96	3,72	No	3,34	2,22	3,17	No
23	-Y	Forze statiche	111,0	5,05	4,55	4,38	No	4,19	3,42	3,73	No
24	-Y	Forze statiche	-111,0	4,73	4,11	4,26	No	3,92	3,08	3,63	No

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	1,37	1,24	No	1,09	0,83	No
2	+X	Forze statiche	0,0	1,87	1,22	No	1,48	0,81	No
3	-X	Uniforme	0,0	1,31	0,92	No	0,99	0,61	No
4	-X	Forze statiche	0,0	1,74	0,95	No	1,37	0,63	No
5	+Y	Uniforme	0,0	1,63	1,00	No	1,28	0,66	No
6	+Y	Forze statiche	0,0	2,06	1,08	No	1,64	0,72	No
7	-Y	Uniforme	0,0	1,48	0,76	No	1,14	0,51	No
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,80	0,77	No	1,42	0,52	No
9	+X	Uniforme	65,1	1,33	1,21	No	1,06	0,81	No
10	+X	Uniforme	-65,1	1,31	1,16	No	1,03	0,77	No
11	+X	Forze statiche	65,1	1,85	1,22	No	1,47	0,81	No
12	+X	Forze statiche	-65,1	1,84	1,18	No	1,46	0,79	No
13	-X	Uniforme	65,1	1,31	0,93	No	1,00	0,62	No
14	-X	Uniforme	-65,1	1,30	0,89	No	0,99	0,60	No
15	-X	Forze statiche	65,1	1,72	0,86	No	1,36	0,58	No

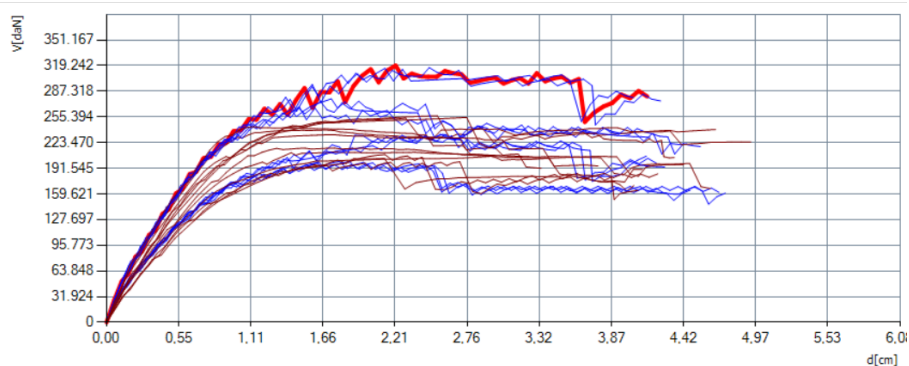
N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
16	-X	Forze statiche	-65,1	1,74	0,87	No	1,37	0,58	No
17	+Y	Uniforme	111,0	1,70	1,04	No	1,34	0,69	No
18	+Y	Uniforme	-111,0	1,67	1,02	No	1,31	0,68	No
19	+Y	Forze statiche	111,0	2,07	1,02	No	1,66	0,68	No
20	+Y	Forze statiche	-111,0	1,98	0,95	No	1,57	0,63	No
21	-Y	Uniforme	111,0	1,55	0,75	No	1,21	0,50	No
22	-Y	Uniforme	-111,0	1,42	0,74	No	1,09	0,49	No
23	-Y	Forze statiche	111,0	1,89	0,80	No	1,50	0,53	No
24	-Y	Forze statiche	-111,0	1,74	0,75	No	1,37	0,50	No

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
1	+X	Uniforme	0,0	1,024	0,947	0,929	0,763
2	+X	Forze statiche	0,0	0,851	0,775	0,680	0,559
3	-X	Uniforme	0,0	1,136	1,048	0,766	0,629
4	-X	Forze statiche	0,0	0,985	0,868	0,587	0,482
5	+Y	Uniforme	0,0	1,030	0,942	0,657	0,539
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,758	0,687	0,543	0,446
7	-Y	Uniforme	0,0	0,814	0,750	0,579	0,475
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,916	0,829	0,462	0,379
9	+X	Uniforme	65,1	1,017	0,942	0,929	0,763
10	+X	Uniforme	-65,1	1,074	0,994	0,912	0,749
11	+X	Forze statiche	65,1	0,841	0,767	0,686	0,563

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	α SLC	α SLV	α SLD	α SLO
12	+X	Forze statiche	-65,1	0,872	0,795	0,670	0,550
13	-X	Uniforme	65,1	1,067	0,985	0,766	0,629
14	-X	Uniforme	-65,1	1,165	1,073	0,752	0,618
15	-X	Forze statiche	65,1	0,918	0,808	0,547	0,449
16	-X	Forze statiche	-65,1	0,908	0,800	0,542	0,445
17	+Y	Uniforme	111,0	0,938	0,857	0,651	0,535
18	+Y	Uniforme	-111,0	1,070	0,964	0,653	0,536
19	+Y	Forze statiche	111,0	0,757	0,686	0,508	0,417
20	+Y	Forze statiche	-111,0	0,815	0,739	0,504	0,413
21	-Y	Uniforme	111,0	0,880	0,807	0,533	0,437
22	-Y	Uniforme	-111,0	0,753	0,697	0,582	0,478
23	-Y	Forze statiche	111,0	0,907	0,804	0,445	0,365
24	-Y	Forze statiche	-111,0	0,875	0,798	0,464	0,381

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano non soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 22 e la n°. 11 , rispettivamente per le direzioni Y ed X .La scelta di tali analisi come analisi “significative” è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

L'immagine che segue illustra le curve di push-over di tutte le analisi svolte.



Nella relazione di calcolo elaborato S3.i – Relazione di calcolo SDP – Verifica di sicurezza. R01 sono riportati i diagrammi delle analisi effettuate.

Si riporta di seguito il riepilogo delle analisi con i risultati:

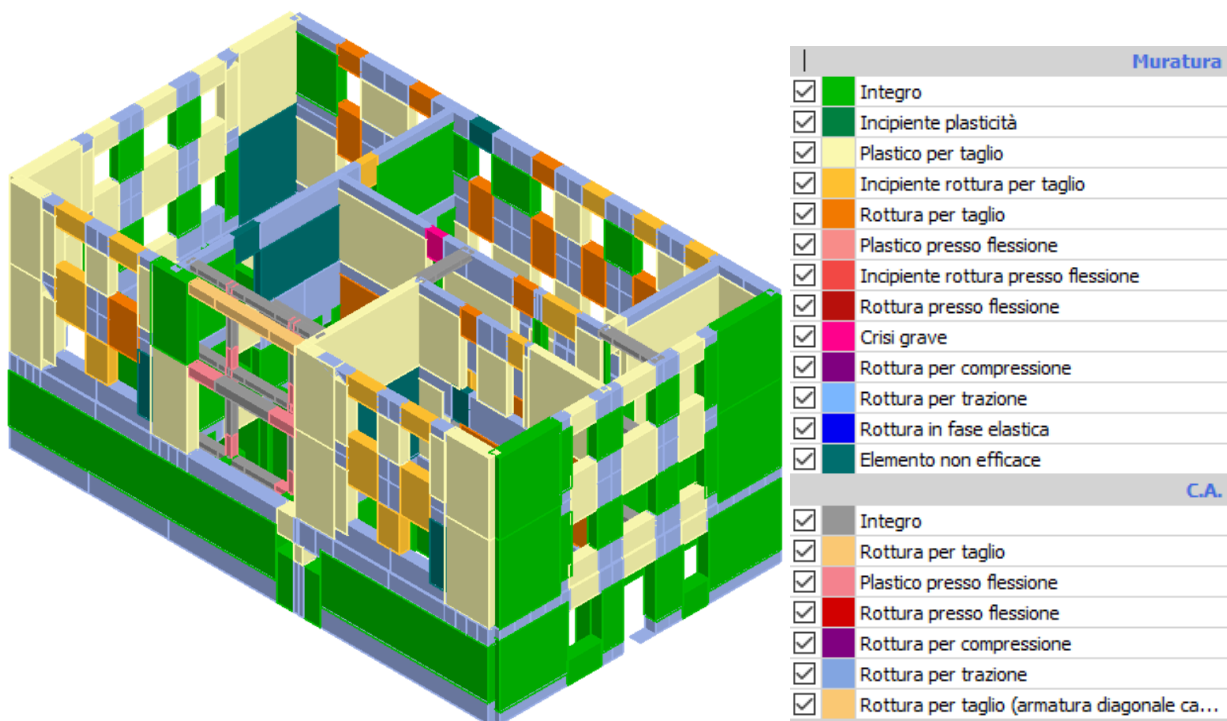
Analisi 22 – Dir. Y

	TRc					TR=cost				
	TR C	TR D	α TR	PGA [m/s ²]	D PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA [m/s ²]	α PGA
SLC	959	1950	0,4918	2,4525	2,0042	2,55	0,30	0,8172	2,0631	0,8412
SLV	373	949	0,3930	1,9973	1,4823	2,52	0,29	0,7421	1,5321	0,7671
SLD	41	101	0,4059	0,9359	0,6484	2,48	0,26	0,6929	0,6419	0,6859
SLO	15	60	0,2500	0,7603	0,4264	2,49	0,25	0,5609	0,4281	0,5631

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido. Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc					TR=cost				
	TR C	TR D	α TR	PGA [m/s ²]	D PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA C [m/s ²]	α PGA
SLC	959	1950	0,4918	3,2201	2,7806	2,55	0,30	0,8635	2,7089	0,8412
SLV	373	949	0,3930	2,7733	2,1812	2,52	0,29	0,7865	2,1273	0,7671
SLD	41	101	0,4059	1,4038	0,9727	2,48	0,26	0,6929	0,9628	0,6859
SLO	15	60	0,2500	1,1404	0,6396	2,49	0,25	0,5609	0,6422	0,5631

L'immagine che segue illustra il modello complessivo colorato mediante mappa di colore, ad indicare la tipologia ed il grado di rottura dei singoli elementi.



Analisi 11 – Dir. X:

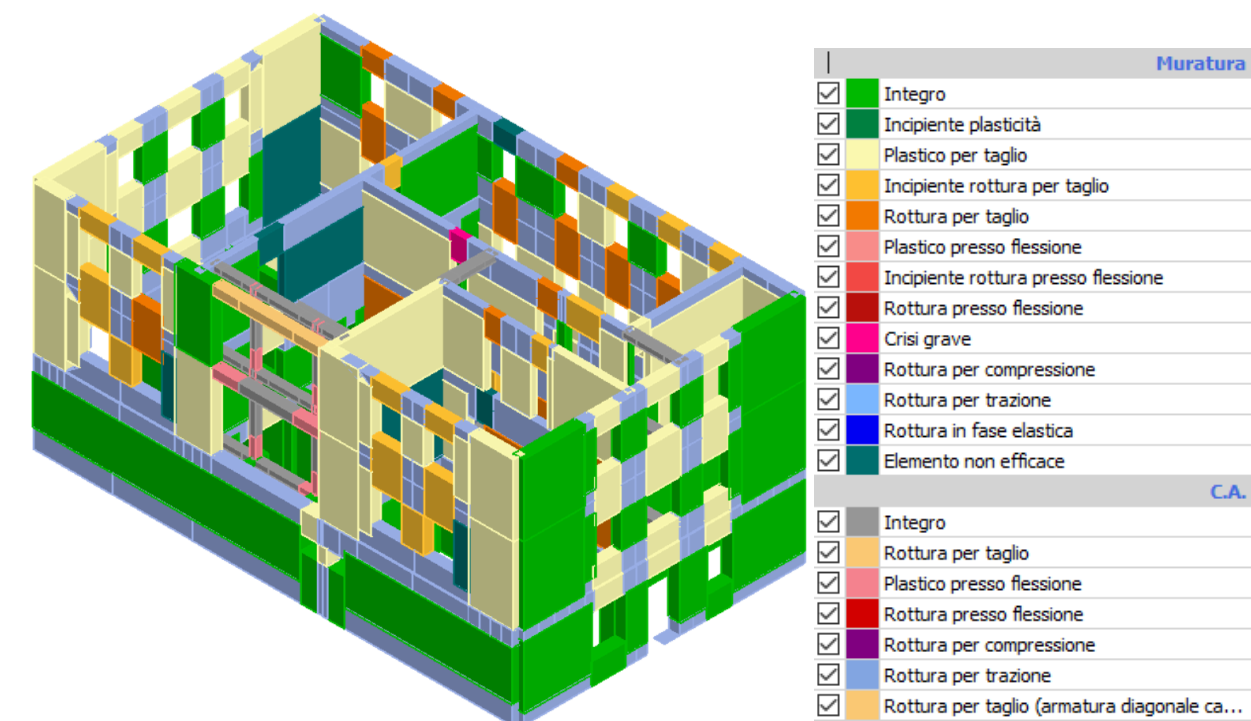
	TRc							TR=cost		
	TR C	TR D	α TR	PGA [m/s ²]	D PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA [m/s ²]	C α PGA
SLC	959	1950	0,4918	2,4525	2,0042	2,55	0,30	0,8172	2,0631	0,8412
SLV	373	949	0,3930	1,9973	1,4823	2,52	0,29	0,7421	1,5321	0,7671
SLD	41	101	0,4059	0,9359	0,6484	2,48	0,26	0,6929	0,6419	0,6859
SLO	15	60	0,2500	0,7603	0,4264	2,49	0,25	0,5609	0,4281	0,5631

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido. Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc							TR=cost		
	TR C	TR D	α TR	PGA [m/s ²]	D PGA C (TR) [m/s ²]	F0 (TR)	T* C (TR)	α PGA (TR)	PGA [m/s ²]	C α PGA

SLC	959	1950	0,4918	3,2201	2,7806	2,55	0,30	0,8635	2,7089	0,8412
SLV	373	949	0,3930	2,7733	2,1812	2,52	0,29	0,7865	2,1273	0,7671
SLD	41	101	0,4059	1,4038	0,9727	2,48	0,26	0,6929	0,9628	0,6859
SLO	15	60	0,2500	1,1404	0,6396	2,49	0,25	0,5609	0,6422	0,5631

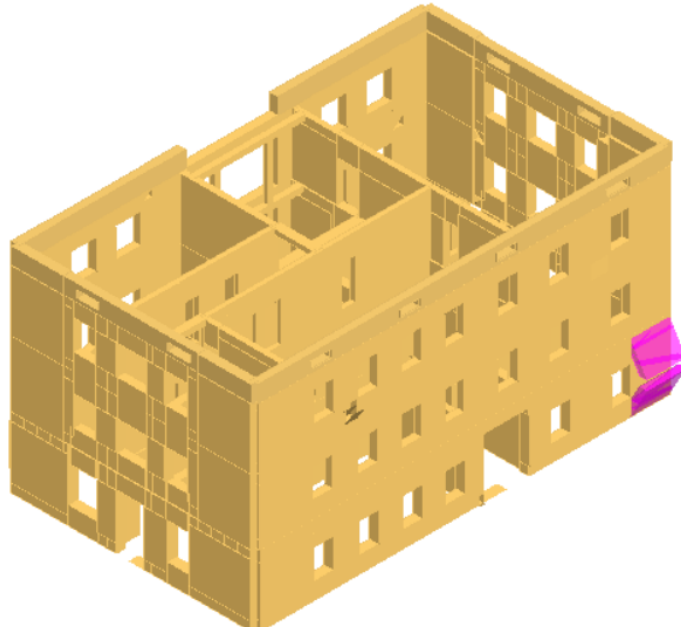
L'immagine che segue illustra il modello complessivo colorato mediante mappa di colore, ad indicare la tipologia ed il grado di rottura dei singoli elementi.



- **Meccanismi locali di collasso analizzati:**

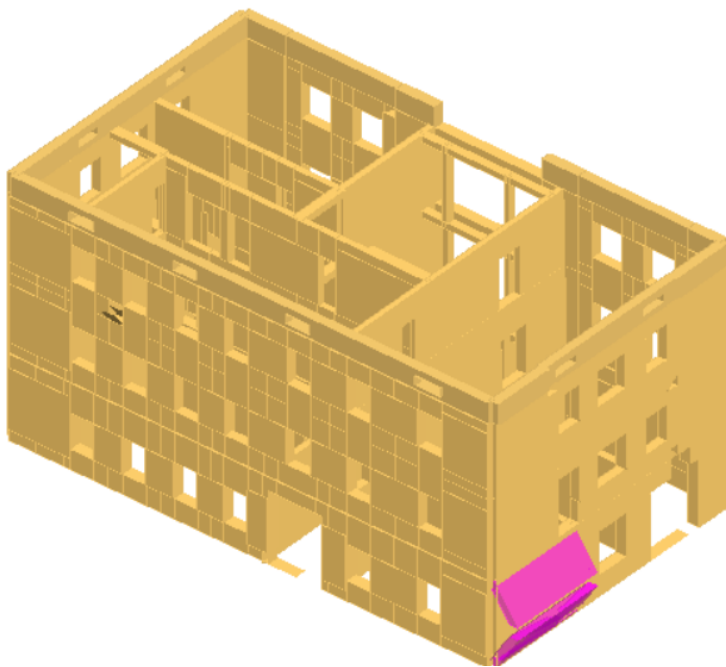
Cinematismo 1:

Coefficiente di sicurezza PGA_c/PGA_d (SLV)= 2.40 - Verificato



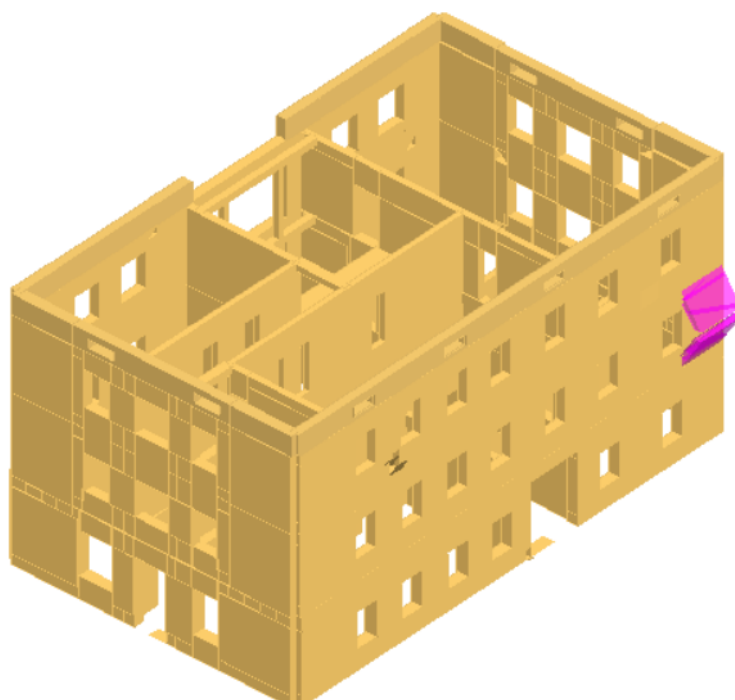
Cinematismo 2

Coefficiente di sicurezza PGA_c/PGA_d (SLV)= 2.56 – Verificato



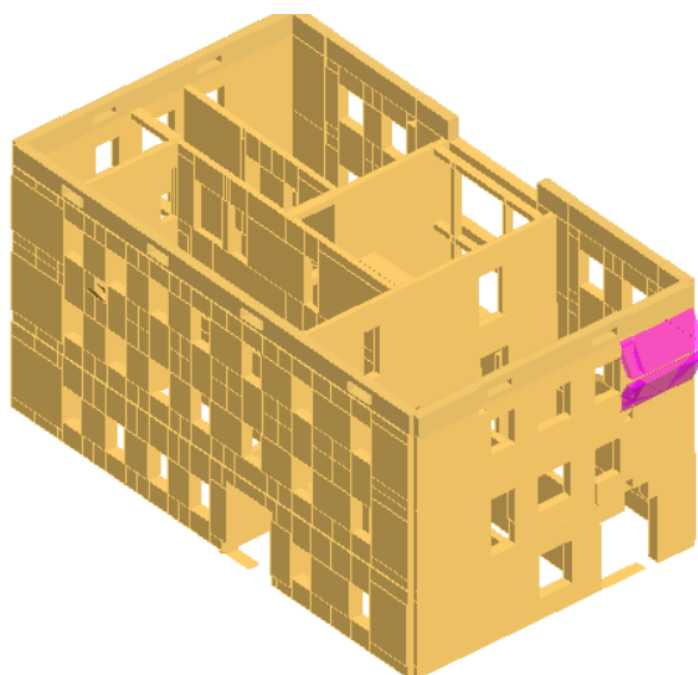
Cinematismo 3

Coefficiente di sicurezza PGA_c/PGA_d (SLV)= 1.23 - Verificato



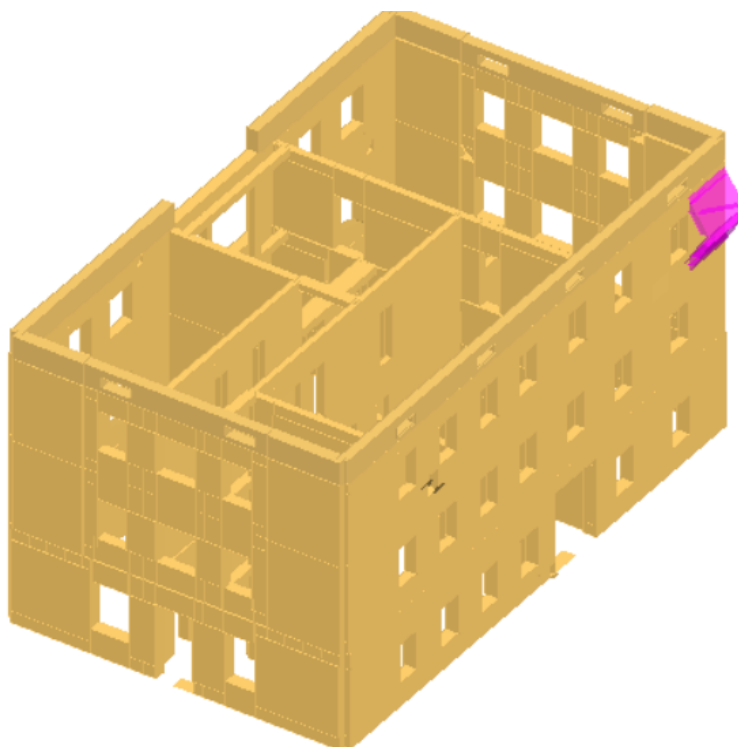
Cinematismo 4

Coefficiente di sicurezza PGA_c/PGA_d (SLV)= **0.85 – Non Verificato**



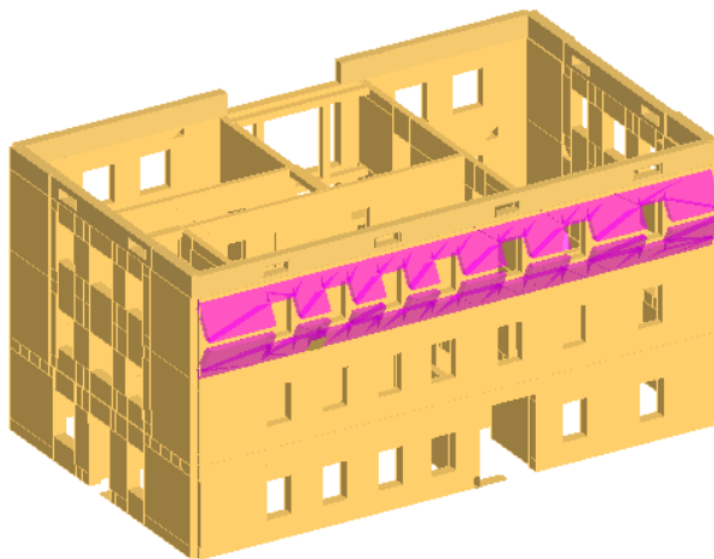
Cinematismo 5

Coefficiente di sicurezza PGA_c/PGA_d (SLV)= 0.93 - Verificato

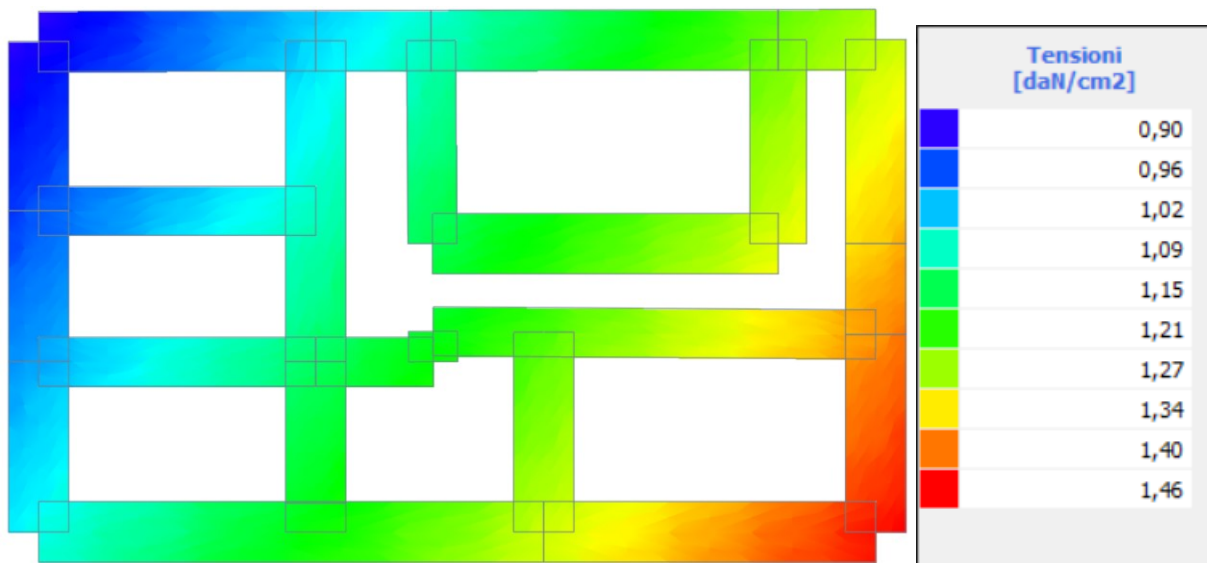


Cinematismo 6

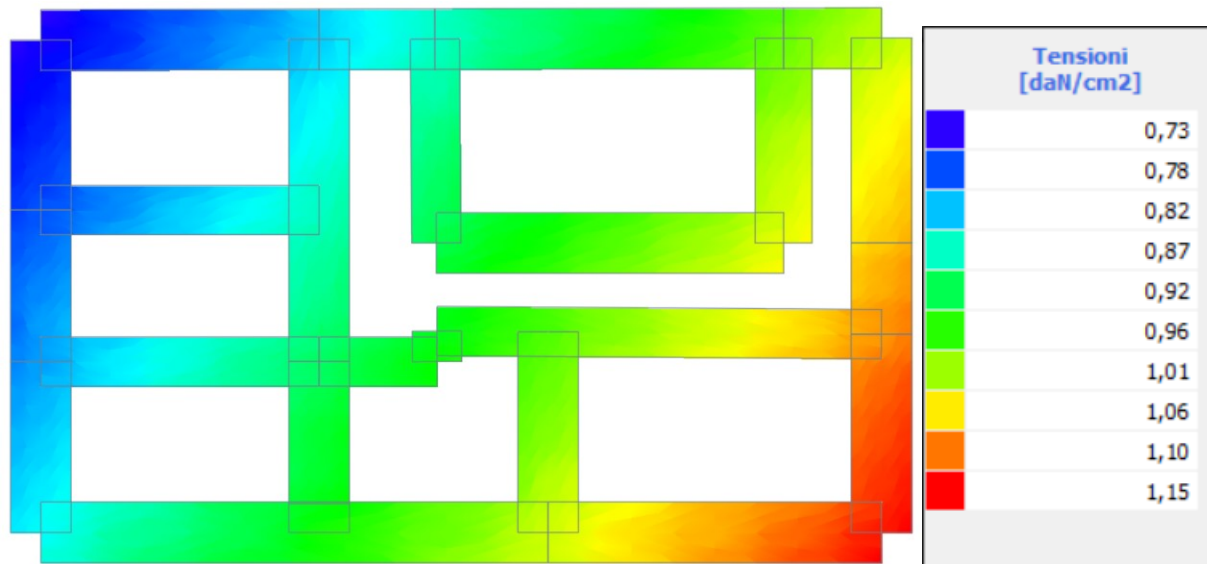
Coefficiente di sicurezza PGA_c/PGA_d (SLV)= 1.12 - Verificato



- TENSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE IN COMBINAZIONE SLV+SLU



- TENSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE IN COMBINAZIONE SLE



La massima tensione in condizioni ultime è dunque pari a **1.46 daN/cm²**.

La massima tensione in condizioni di esercizio è pari a **1.15 daN/cm²**.

La q_{lim} è pari a 167 kPa, vedasi Elab. S2 – Relazione geotecnica, ed è $>P_D = 146$ kPa e pertanto verifica risulta soddisfatta

SINTESI DEI RISULTATI: INDICE DI VULNERABILITA' SISMICA COMPLESSIVO

A seguito delle analisi sismiche eseguite sul fabbricato (analisi globale di push-over e analisi dei meccanismi locali), si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei principali risultati ottenuti, riferita al tipo di meccanismo che governa il collasso allo SLV.

Indice di vulnerabilità ζ	PGA C [m/s ²]	PGA D [m/s ²]	Tipo di analisi	Tipo di crisi	Stato limite
0.85	1.70	1.99	Locale	Meccanismo locale con flessione verticale (cinematismo n.4)	SLV
0.767	1.532	1.997	Globale direzione X (analisi n.11)	Comportamento globale in direzione X	SLV
0.697	1.393	1.997	Globale direzione Y (analisi n.22)	Comportamento globale in direzione Y	SLV

L'indice di vulnerabilità minore è pari a **0.697** e riguarda il comportamento globale in direzione Y (analisi di push-over n.22).

L'indice di vulnerabilità conseguito rispetta i requisiti richiesti essendo:

$I_{\zeta} = 0.697 > 0.60$

$\Delta I_{\zeta} > 0.20$ rispetto allo stato di fatto (0.18)

SOMMARIO

DATI GENERALI	2
NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO	2
CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE.	10
CARICHI	10
PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	10
ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO	14
SCHEMA MODELLO DI CALCOLO STRUTTURALE:	17
SINTESI DEI RISULTATI: INDICE DI VULNERABILITA' SISMICA COMPLESSIVO	30