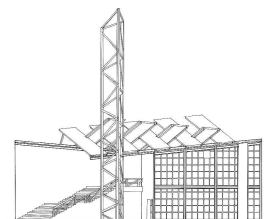


REV	DATA	MOTIVO REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
01	24/01/2026	PRIMA EMISSIONE	EVANGELISTA	EVANGELISTA	SABAP

PROFESSIONISTI INCARICATI



Studio Epsilon Associati Ingegneria ed Architettura
Ing. Emiliano Evangelista - coll. Ing. Erika Cingolani
Cassino (Fr) - Roma

LDC Architettura
Arch. Davide Di Cola
Formia (Lt)

_____ timbro/firma

**REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI LATINA
COMUNE DI ROCCA MASSIMA**

**MINISTERO DELLA CULTURA
DIT – DIPARTIMENTO PER LA TUTELA DEL PATRIMONIO CULTURALE
DIREZIONE GENERALE ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO
SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO
PER LE PROVINCE DI FROSINONE E LATINA**

_____ timbro/firma

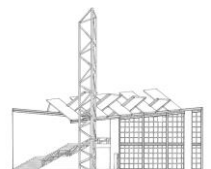
**PLACE: Comune di Rocca Massima
Provincia di Latina**

ROCCA MASSIMA (LT), CHIESA DI SAN ROCCO - PNRR – M1C3|2.4
Linea d'azione n. 1 "Sicurezza sismica nei luoghi di culto, torri e campanili"
Affidamento dei servizi aventi ad oggetto : -Redazione del piano delle indagini, progettazione di fattibilità tecnico-economica (PFTE) compresi rilevati, progettazione esecutiva (PE),
Direzione Lavori compreso CRE.
CUP: F46J24000030006

DRAWN BY: Studio Epsilon	DATE: 26/01/2026	SCALE: -	PROJECT NUMBER: 2026-C034-C006
VISA BY: SABAP	DATE: 26/01/2026	DRAWING NUMBER: 2026-C034-C006-SABAP-RT-001 RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA E TABULATO DI CALCOLO	REVISION: 01
FILE NAME: RT_001.dwg	Il presente elaborato non può essere riprodotto, nè consegnato a terzi, nè utilizzato per scopi diversi da quello per cui è destinato senza l'autorizzazione scritta di questo studio che ne detiene la proprietà		

Sommario

1. Premesse e quadro normativo di riferimento	1
2. Classificazione sismica ai sensi della normativa vigente	3
3. Localizzazione e descrizione del fabbricato	6
4. Caratterizzazione dei materiali conseguente alle indagini conoscitive svolte	13
5. Azioni sulla costruzione ed analisi dei carichi	15
6. Verifiche solaio ligneo di interpiano oggetto di intervento locale	19
7. Verifiche solaio metallico di copertura oggetto di intervento locale	27
8. Omissione della verifica delle fondazioni secondo §8.3 delle NTC2018	36
9. Interventi locali di consolidamento mediante inserimento dei tiranti	38
9.1. Cenni teorici e metodo di calcolo	38
9.2. Parametri sismici di progetto	49
9.3. Parete ovest - ante operam	50
9.4. Parete ovest - post operam	62
9.5. Parete est - ante operam	80
9.6. Parete est - post operam	91
9.7. Parete nord - ante operam	106
9.8. Parete nord - post operam	125
10. Conclusioni e prescrizioni	149



1. Premesse e quadro normativo di riferimento

La presente relazione ha per oggetto la realizzazione di interventi locali presso la Chiesa appartenente al Complesso di San Rocco, sita nel Comune di Rocca Massima (LT), ed è redatta nell'ambito dell'intervento finanziato dal PNRR – M1C3 | 2.4, Linea d'azione n. 1 "Sicurezza sismica nei luoghi di culto, torri e campanili", su incarico della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Frosinone e Latina, avente come oggetto esclusivamente interventi di manutenzione straordinaria del fabbricato, senza alcun incremento di carico e senza modifiche alla destinazione d'uso, nel rispetto di quanto disposto dall'art.8, c.1 del Regolamento sismico regionale n.26/2020 (e s.m.i.).

Sono stati eseguiti due sopralluoghi:

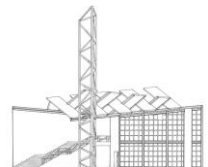
- Un primo sopralluogo finalizzato al rilievo strutturale, eseguito in data **06 novembre 2025**;
- Un secondo sopralluogo finalizzato all'assistenza alla campagna di prove eseguita dal Laboratorio "GEOSERVING S.r.l.", effettuato in data **26 novembre 2025**.

Si prende atto che GEOSERVING S.r.l. – Laboratorio sperimentale e servizi per l'ingegneria, con sede operativa in Via Collemaroni 3, San Vittore del Lazio (FR), è un Laboratorio sperimentale per prove su materiali da costruzione, geotecnica, servizi di ingegneria. Autorizzato ai sensi dell'art. 20 L.1086 con DM 394 del 22/01/2014 e prove di cui al DPR 380/01 art. 59 con DM 388 del 22/01/2014.

A seguito della restituzione grafica del rilievo strutturale effettuato in sito, dell'analisi dei documenti messi a disposizione della Committenza e dei certificati prodotti dal Laboratorio incaricato, si è provveduto ad analizzare la struttura della Chiesa appartenente al Complesso di San Rocco mediante analisi statiche e cinematiche, non trattandosi di strutture dal comportamento scatolare.

Le analisi statiche e cinematiche per l'edificio esistente in muratura sono state condotte nel rispetto delle seguenti disposizioni normative e documenti tecnici:

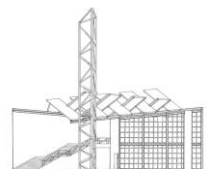
- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018:** *Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018).*
- **Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21 gennaio 2019:** *Istruzioni per l'applicazione dell'“Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.*
- **Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008:** *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).*
- **Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 617 del 2 febbraio 2009:** *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*
- **D.P.C.M. 9 febbraio 2011:** *Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Tale direttiva, in considerazione della specificità e articolazione del contenuto nonché delle caratteristiche del patrimonio storico edilizio italiano, è adottabile come riferimento per le costruzioni che comunque abbiano una valenza storica, artistica o urbanistico-ambientale, anche se non esplicitamente vincolate, fatto salvo quanto previsto al punto 8.4 delle NTC.*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 –** *Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone* (G.U. 11 maggio 2006, n. 108).



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



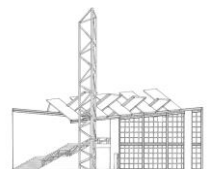
2. Classificazione sismica ai sensi della normativa vigente

Fino al 28 aprile 2006 il territorio nazionale risultava suddiviso in 4 zone a pericolosità decrescente sulla base del valore dell'azione sismica espresso in termini di accelerazione massima su roccia. Ogni Regione, sulla scorta dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 23.03.2003, compilò l'elenco dei propri comuni con la relativa attribuzione di una delle quattro zone secondo la classificazione sotto riportata.

Zona sismica	definizione	Acc. Max di progetto (G)
1	zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti	0,35
2	zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti	0,25
3	zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti	0,15
4	zona meno pericolosa	0,05

La nuova normativa di riferimento per la classificazione del territorio nazionale dal punto di vista della pericolosità sismica è l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006 che ha introdotto specifici intervalli dell'accelerazione di riferimento (a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Sotto questo aspetto il territorio nazionale è stato classificato ancora in 4 zone sismiche, ma questa volta in relazione ad intervalli di accelerazione a_g .

Zona sismica	Accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	$a_g > 0,25$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$
4	$a_g \leq 0,05$



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



REGIONE LAZIO
Dipartimento Territorio
Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli
Area Difesa del Suolo



Dipartimento Ambiente, Cambiamenti Globali e
Sviluppo Sostenibile (ACS)
Sezione Prevenzione Rischio Naturale e
Mitigazione Effetti (PROTPREV)

Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio

-  Zona Sismica 1
-  Zona Sismica 2A
-  Zona Sismica 2B
-  Zona Sismica 3A
-  Zona Sismica 3B

0 10 20 40 60 80 Km

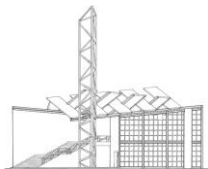


Attualmente, con riferimento alla O.P.C.M. n. 3519, il Comune di Rocca Massima (LT) rientra in zona sismica di 2B, in quanto zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti. La sottozona 2B indica un valore di $a_g < 0,20$. È doveroso premettere come sia normale attendersi che la struttura, vista la natura e l'epoca nella quale è stata realizzata, presenti caratteristiche non adeguate al rispetto degli attuali standard normativi in materia di sicurezza antisismica.

Gli interventi previsti consistono in opere di manutenzione straordinaria ed interventi locali sulle strutture esistenti, così come definiti nel paragrafo 8.4.1 delle NTC, che rientrano tra gli **interventi di minore rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità** ai sensi dell'art.7, c.1 del Regolamento sismico regionale n.26/2020.

In particolare, la manutenzione straordinaria riguarda la rimozione dell'impermeabilizzazione esistente con demolizione della pavimentazione e del sottofondo con successiva realizzazione di doppio strato di guaina e guaina liquida, massetto delle pendenze e nuova pavimentazione, mentre gli interventi locali interessano il rifacimento di solai ammalorati e caratterizzati da insufficiente rigidezza nel proprio piano, che verranno sostituiti da solai strutturalmente idonei e dotati di una maggiore rigidezza nel proprio piano (dunque sismicamente più efficienti). È inoltre previsto l'inserimento di tiranti al fine di migliorare il comportamento sismico esibito dall'edificio, cercando di garantire per quanto possibile una risposta scatolare.

Tali interventi sono concepiti con l'obiettivo di ripristinare le condizioni di sicurezza delle parti strutturali interessate e di ridurre specifiche vulnerabilità locali, in particolare nella porzione dell'edificio destinata a camera mortuaria e deposito, attualmente caratterizzata da un comportamento scatolare non pienamente efficace. Gli interventi non comportano variazioni della destinazione d'uso né incrementi significativi dei carichi globali agenti sulla struttura e non modificano in modo sostanziale il

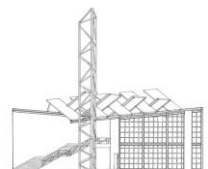


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

comportamento strutturale globale dell'organismo edilizio. Pertanto, essi sono inquadrabili come interventi locali ai sensi della normativa sismica vigente e non configurano un intervento di miglioramento/adequamento sismico dell'intero edificio.



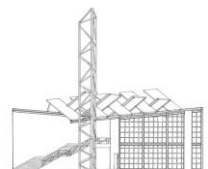
3. Localizzazione e descrizione del fabbricato

L'edificio oggetto di analisi è la chiesa appartenente al Complesso di San Rocco, ubicata nel Comune di Rocca Massima (LT). Il complesso è inserito nel tessuto urbano storico ai margini del centro abitato, in adiacenza al cimitero comunale, e risulta circondato da edifici e manufatti di analoga epoca e tipologia costruttiva.

L'accesso principale alla chiesa è posto sul fronte sud, prospiciente Via San Rocco, mentre il fabbricato presenta uno sviluppo longitudinale prevalentemente orientato secondo l'asse nord-sud. Il lato nord del complesso confina con un'area a carattere prevalentemente naturale e boscato, mentre i fronti sud ed est si relazionano con la viabilità locale e con spazi aperti di pertinenza pubblica



Figura 1 - Localizzazione della Chiesa di San Rocco situata nel Comune di Rocca Massima (LT)



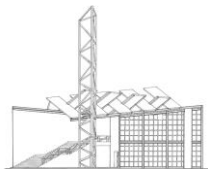
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



Figura 2 - Veduta della facciata di ingresso alla Chiesa di San Rocco situata nel Comune di Rocca Massima (LT)



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

Zona centrale: navata principale

La zona centrale, che ospita la navata principale, si sviluppa longitudinalmente e presenta una copertura articolata. Nella porzione prossimale all'ingresso la navata è coperta da una volta a botte, mentre la parte centrale è caratterizzata dalla presenza di una volta a vela, in corrispondenza della quale si trova la porta di accesso all'ambiente laterale che si trova sul lato sinistro della chiesa. La navata termina con un'ulteriore volta a botte. Le volte sono impostate sulle murature perimetrali della chiesa.

Di seguito viene riportata la pianta chiave dell'edificio, all'interno della quale è evidenziata in rosso la porzione oggetto di interventi locali. Quest'ultimi consistono nella demolizione e successivo rifacimento del solaio ligneo di interpiano, con riduzione dei carichi, e nella disposizione di ulteriori elementi in acciaio nel solaio di copertura, oltre che nell'inserimento di tiranti per incrementare la resistenza delle murature nei confronti dei cinematismi che potrebbero innescarsi durante episodi sismici.



Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

CALA 1:50

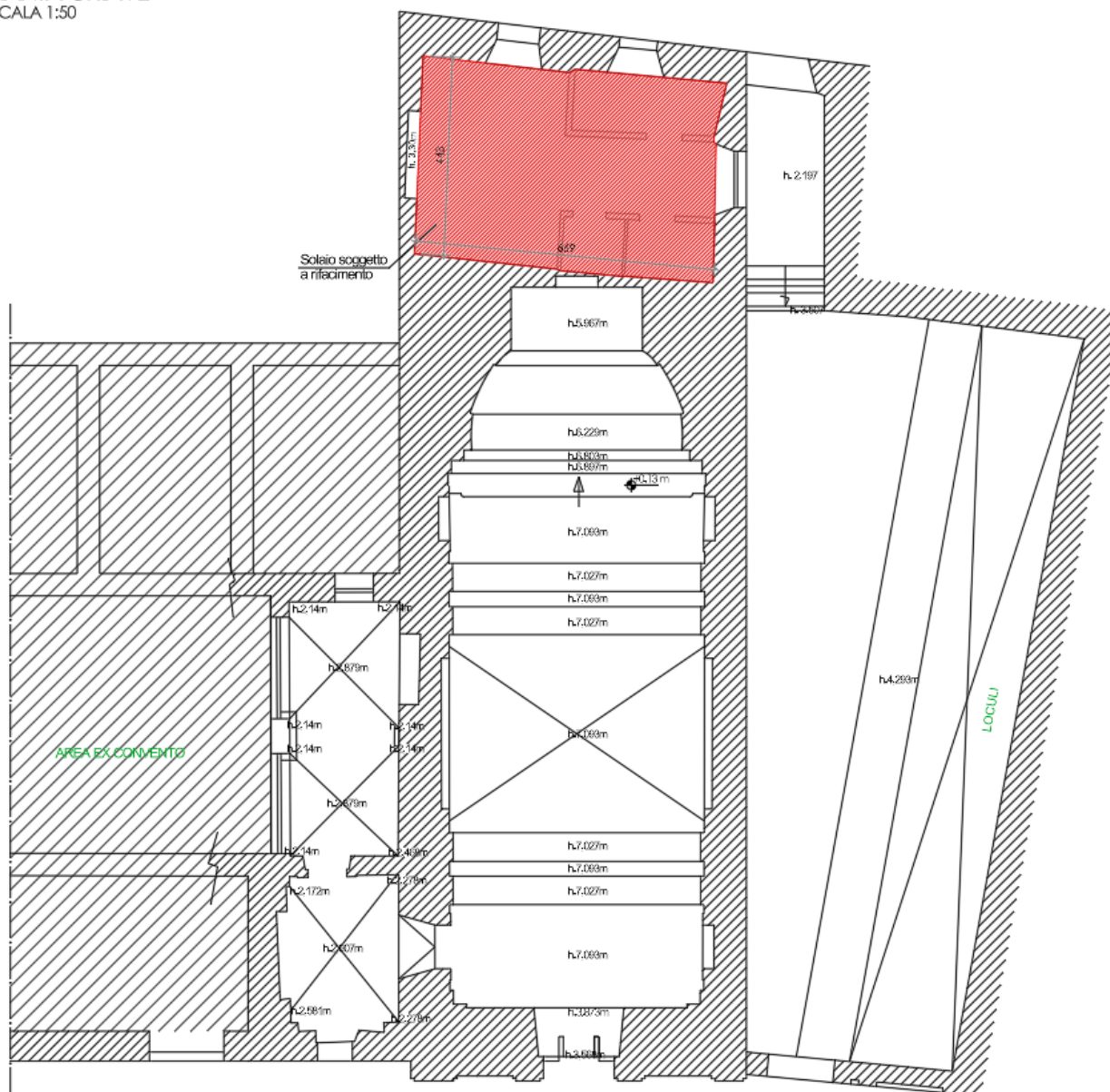
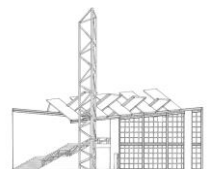


Figura 3 - Pianta chiave con individuazione della porzione della Chiesa di San Rocco interessata da interventi locali



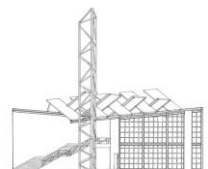
Zona a sinistra della navata principale

Rispetto alla navata principale, sul lato sinistro della Chiesa si sviluppano gli ambienti laterali aventi copertura sfalsata rispetto a quella della navata centrale. In questo caso la componente strutturale vede un susseguirsi di volte a vela impostate sulle murature portanti longitudinali e, in alcuni casi, su setti trasversali realizzati con la medesima tipologia muraria, che verrà descritta in sede di caratterizzazione del materiale. In questa zona sono presenti problemi di infiltrazioni, pertanto verrà rimossa la vecchia guaina ed a seguito di puntellamento sottostante verrà demolito il piano di calpestio con il suo sottofondo. A seguito di opere murarie preparatorie, verrà installato un doppio strato di guaina, per poi effettuare un massetto delle pendenze, e frapposto al pavimento vi sarà un nuovo strato impermeabile che eviterà l'assorbimento dell'acqua nel massetto. Verranno fatti dei carotaggi di scolo sulla corte dell'ex convento e si provvederà ad installare sugli stessi delle pluviali per favorire la discesa delle acque piovane distanti rispetto al fabbricato.



Zona retrostante all'altare

Nel retro della porzione di fabbricato che ospita l'altare è presente una zona che si sviluppa su due livelli, il cui piano inferiore ospita la camera mortuaria ed il cui piano superiore è adibito a deposito. Anche i muri di questa porzione del fabbricato sono realizzati con le medesime tecnologie costruttive descritte in precedenza.



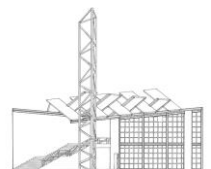
Il solaio di interpiano presente tra i due livelli è costituito da una struttura lignea tradizionale, composta da travi e tavole in legno di castagno. Dal rilievo visivo effettuato in sito è emerso che le travi sono disposte con un interasse piuttosto elevato, tant'è che le verifiche effettuate nel seguito della presente relazione ne hanno evidenziato le relative carenze strutturali.

Inoltre, in assenza di elementi di irrigidimento nel piano, il solaio in questione è da considerarsi deformabile e dunque caratterizzato da una esigua capacità di ripartire le azioni orizzontali. Perciò si è previsto di effettuare un intervento locale di demolizione e rifacimento.



Figura 4 - Solaio di interpiano oggetto di intervento locale consistente nella demolizione e successiva ricostruzione

Il solaio di copertura, invece, è costituito da elementi (arcarecci) in acciaio, anch'essi disposti con un interasse importante. Tali elementi non soddisfano i criteri di verifica previsti dalla normativa vigente e, pertanto, si è previsto di introdurre ulteriori elementi.



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

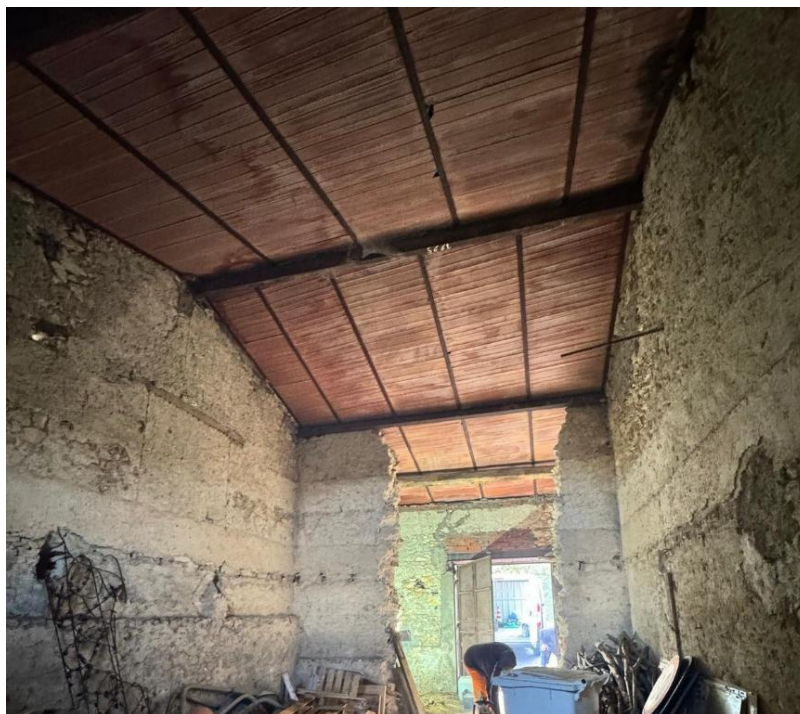
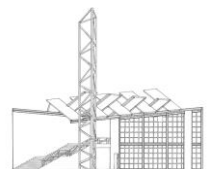


Figura 5 - Solaio di copertura oggetto di intervento locale consistente nell'affiancamento di nuovi elementi in acciaio a quelli esistenti



4. Caratterizzazione dei materiali conseguente alle indagini conoscitive svolte

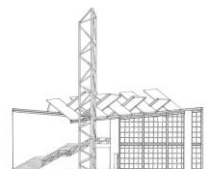
Le indagini volte alla caratterizzazione dei materiali, necessarie per eseguire le analisi statiche e cinematiche dell'edificio, sono state eseguite in data 26 novembre 2025 e sono ricapitolate di seguito:

- **N°2 prove con martinetto piatto singolo**, eseguite in corrispondenza di due punti distinti della muratura. Queste hanno consentito di stimare una tensione di compressione verticale media agente in situ pari a circa $2,00 \text{ daN/cm}^2$, ovvero $0,20 \text{ MPa}$;
- **N°2 prove con martinetto piatto doppio**, eseguite nei medesimi due punti della stessa muratura. Queste hanno evidenziato una marcata variazione del modulo di deformabilità, con valori compresi tra 287 MPa e 574 MPa . Tale dispersione è attribuibile all'eterogeneità della tessitura muraria e allo stato di conservazione della malta;
- **N°5 prove penetrometriche eseguite sui giunti di malta**, che hanno condotto alla stima di valori di penetrazione compresi di circa 20 mm , corrispondenti ad una resistenza media della malta di circa $0,40 \text{ MPa}$. I risultati confermano la presenza di una malta debole e disomogenea, coerente con i bassi moduli di deformabilità ottenuti dalle prove con martinetto piatto doppio;
- **N°2 analisi chimiche su campioni di malta**, che hanno evidenziato la presenza di una malta di tipo Bastarda (classe M5) al piano terra e di una malta di tipo Idraulica (classe M2.5) al piano primo.

Sulla base delle indagini sperimentali eseguite e dei risultati ottenuti, la muratura oggetto di studio può essere classificata come “**muratura in pietrame disordinata**”. Vista l'impossibilità di determinare sperimentalmente tutti i parametri meccanici necessari alla caratterizzazione della muratura, si è scelto di fare riferimento ai valori indicativi riportati nella Tabella C8.5.I della Circolare esplicativa alle NTC 2018, di seguito riportata, relativi alla tipologia di muratura in esame.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Alla luce dell'estensione limitata delle indagini, complice anche la natura/tipologia del bene di interesse storico-artistico, e della conseguente scarsa conoscenza globale del comportamento della muratura, il livello di conoscenza raggiunto è stato assunto pari a **LC1**; pertanto, ai parametri meccanici adottati è stato applicato un fattore di confidenza **FC = 1,35**, al fine di compensare le incertezze residue.

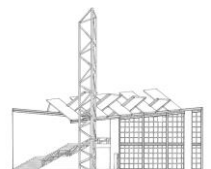


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

Gli esiti delle prove e i relativi certificati sono presenti nella relazione prodotta dal laboratorio incaricato, che si allega alla presente ed è parte integrante della presente relazione.



5. Azioni sulla costruzione ed analisi dei carichi

Le azioni che agiscono sulle varie componenti del fabbricato delle quali si tiene conto per le verifiche sono le seguenti:

- **Pesi propri**, indicati con G1. Questi vengono valutati automaticamente dal codice di calcolo;
- **Carichi permanenti non strutturali**, indicati con G2;
- **Carichi variabili** di categoria A ed **azione della neve**.

Analisi dei carichi - volte in muratura								
Riempimento esistente	1800	kg/mc	x	0,08	m	=	144	kg/mq
Massetto sabbia e cemento	1900	kg/mc	x	0,12	m	=	228	kg/mq
Impermeabilizzazione						=	10	kg/mq
Pavimento	2000	kg/mc	x	0,02	m	=	40	kg/mq
Totale							422	kg/mq

Carico permanente impiegato: **450 kg/mq** (a vantaggio di sicurezza)

Sovraccarico impiegato: **Azione della neve** (a quota al di sotto dei 1000 s.l.m.)

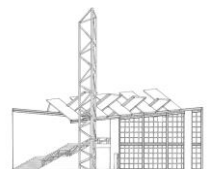
Analisi dei carichi - volte in muratura e sottotetto con copertura sovrastante								
Riempimento esistente	1800	kg/mc	x	0,25	m	=	450	kg/mq
Carico derivante da copertura						=	120	kg/mq
Totale							570	kg/mq

Carico permanente impiegato: **600 kg/mq** (a vantaggio di sicurezza)

Sovraccarico impiegato: **Azione della neve** (a quota al di sotto dei 1000 s.l.m.)

Analisi dei carichi - solaio interpiano								
Tavolato sp.2,5 cm	600	kg/mc	x	0,025	m	=	15	kg/mq
Massetto sabbia e cemento	1900	kg/mc	x	0,10	m	=	190	kg/mq
Pavimento	2000	kg/mc	x	0,02	m	=	40	kg/mq
Controsoffitto						=	25	kg/mq
Totale							270	kg/mq

Carico permanente impiegato: **270 kg/mq**

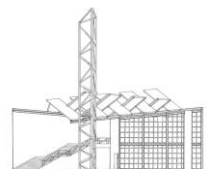


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

Sovraccarico impiegato: **200 kg/mq** (Categoria A – Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali)



Analisi dei carichi - solaio copertura								
Elementi laterizi						=	100	kg/mq
Soletta in cls	2400	kg/mc	x	0,04	m	=	96	kg/mq
Manto di tegole						=	45	kg/mq
Totale							241	kg/mq

Carico permanente impiegato: **250 kg/mq**

Sovraccarico impiegato: **Azione della neve** (a quota al di sotto dei 1000 s.l.m.)

AZIONE DELLA NEVE

Il carico della neve sulle coperture è calcolato in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale;

Esp.: zona topografica di esposizione al vento;

Ce: coefficiente di esposizione al vento;

TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

as: altitudine del sito;

qsk: valore caratteristico del carico della neve al suolo (per $Tr = 50$ anni);

qsn: carico della neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di n anni

dove: $qsn = qsk [(1 - n (6^{1/2} / p) \ln[-\ln(1 - 1 / Tr) + 0.57722]) / (1 + 2.5923 n)]$

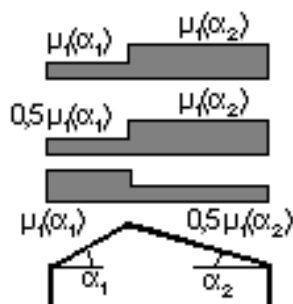
Zona	Esposizione	Ce	TR	as	qsk	qsn
III	Zona normale	1,00	75 anni	735 m	170,08	182,81

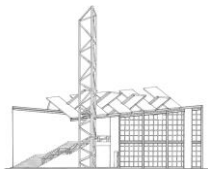
Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_1 = 21,0^\circ \Rightarrow m_1(\alpha_1) = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 146 \text{ daN/mq}$

Angolo di inclinazione della falda $\alpha_2 = 21,0^\circ \Rightarrow m_1(\alpha_2) = 0,80 \Rightarrow Q_2 = 146 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:





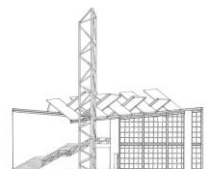
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475

Copertura piana:

$Q = 183 \text{ daN/mq}$



6. Verifiche solaio ligneo di interpiano oggetto di intervento locale

Di seguito sono riportate le verifiche del solaio ligneo di interpiano. Secondo quanto rilevato in cantiere durante il sopralluogo, le travi principali sono in legno massiccio di castagno, come suggeriscono anche gli spigoli arrotondati, hanno una sezione di 24x24 cm e sono disposte con un interasse di circa 300 cm.

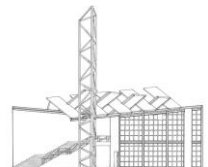
ANTE OPERAM - Proprietà della sezione trasversale		
Base	240,00	mm
Altezza	240,00	mm
Area	57600,00	mmq
Modulo resistente	2304000,00	(mm) ³
Momento di inerzia	276480000,00	(mm) ⁴
kh per trazione e flessione	1,10	-

ANTE OPERAM - Profilo di resistenza/rigidezza - Classe D24		
Flessione	24,00	MPa
Taglio	3,70	MPa
Modulo di elasticità normale medio	10000,00	MPa
Modulo di elasticità normale caratteristico	8400,00	MPa
Coefficiente parziale del materiale	1,50	-

ANTE OPERAM - Caratteristiche della sollecitazione		
Interasse elementi	3,00	m
Carichi permanenti	2,70	kN/mq
Carichi variabili	2,00	kN/mq
g in combinazione rara	8,10	N/mm
q in combinazione rara	4,20	N/mm
g in combinazione SLU	12,15	N/mm
q in combinazione SLU	9,00	N/mm
Luce	4300,00	mm
Momento in combinazione SLU	48882937,50	Nmm
Taglio	45472,50	N

ANTE OPERAM - Verifica a flessione - trave D24		
kmod	0,90	-
Tensione agente	21,22	MPa
Tensione resistente	15,78	MPa
Verificato?	NO	

ANTE OPERAM - Verifica a taglio - trave D24		
kmod	0,90	-
kcr	0,68	
Tensione agente	0,80	MPa

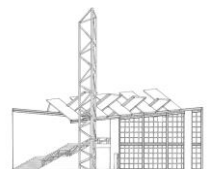


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

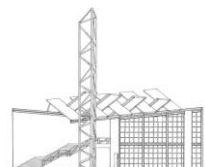
Tensione resistente	2,22	MPa
Verificato?	SI	



ANTE OPERAM - Verifica a freccia istantanea - trave D24		
Fattore di taglio	1,20	-
Abbassamento calcolato	20,69	mm
Abbassamento limite	14,33	mm
Verificato?	NO	

ANTE OPERAM - Verifica a freccia a lungo termine - trave D24		
kdef	2,60	-
Abbassamento calcolato	71,29	mm
Abbassamento limite	17,20	mm
Verificato?	NO	

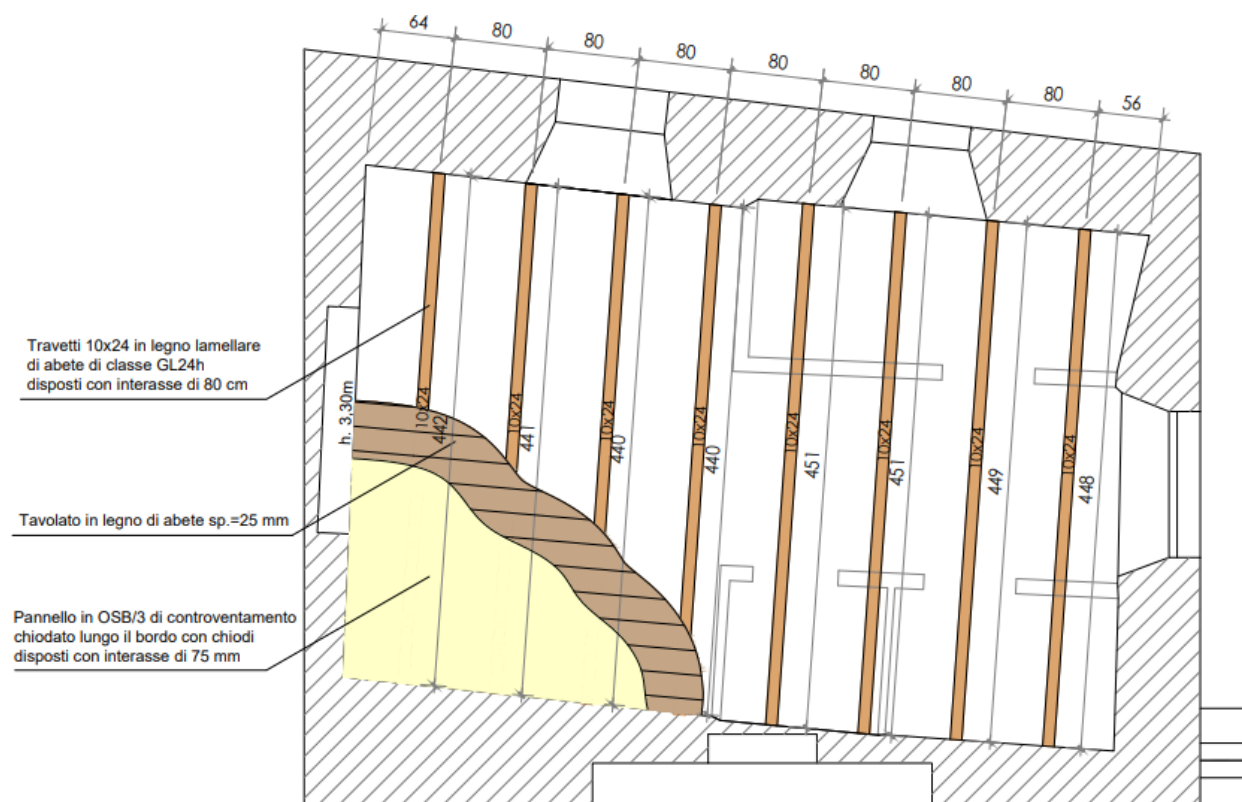
Le importanti carenze riscontrate nelle verifiche sono state risolte mediante un intervento locale finalizzato alla demolizione e rifacimento del solaio. Il nuovo solaio sarà realizzato mediante travetti e tavole in legno lamellare di abete di classe GL24h con travetti di sezione 10x24 cm disposti con un interasse di 80 cm. Al di sopra del tavolato verranno disposti dei pannelli in OSB/3 aventi la funzione di controvento. Questi verranno riconnessi alla muratura mediante la disposizione di angolari metallici standard o, talvolta, realizzati su misura, opportunamente connessi sia alla muratura perimetrale (mediante M12x120 disposti con un interasse di circa 80 cm sigillati con chimico bicomponente) sia al solaio ligneo (mediante chiodatura). L'impiego di chiodi o viti, distribuite sia perimetralmente per connettere la muratura al solaio sia per connettere i pannelli OSB/3 con il tavolato, garantisce l'innescio di un meccanismo resistente basato su numerosi elementi di piccolo diametro e di conseguenza favorisce la redistribuzione delle tensioni e l'attivazione di meccanismi plastici diffusi, con conseguente incremento della duttilità nella zona in questione.

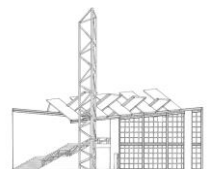


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475





Prima di procedere con le verifiche, si intende sottolineare che, in occasione del rifacimento del solaio, si provvederà alla **riduzione dei carichi gravanti sul solaio** (al fine di migliorare anche il comportamento globale esibito dalla costruzione) andando a sostituire il massetto tradizionale presente con uno alleggerito.

Analisi dei carichi - solaio interpiano (post operam)								
Tavolato sp.2,5 cm	600	kg/mc	x	0,025	m	=	15	kg/mq
Massetto alleggerito	1300	kg/mc	x	0,08	m	=	104	kg/mq
Pavimento	2000	kg/mc	x	0,02	m	=	40	kg/mq
Controsoffitto						=	25	kg/mq
Totale							184	kg/mq

Carico permanente impiegato nella situazione post operam: **200 kg/mq** (a vantaggio di sicurezza)

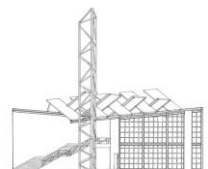
Sovraccarico impiegato nella situazione post operam: **200 kg/mq** (Categoria A – Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, ...)

Di seguito sono riportate le verifiche del nuovo solaio ligneo di interpiano.

Proprietà della sezione trasversale		
Base	100,00	mm
Altezza	240,00	mm
Area	24000,00	mmq
Modulo resistente	960000,00	(mm) ³
Momento di inerzia	115200000,00	(mm) ⁴
kh per trazione e flessione	1,10	-

Profilo di resistenza/rigidezza - Classe GL24h		
Flessione	24,00	MPa
Taglio	3,50	MPa
Modulo di elasticità normale medio	11500,00	MPa
Modulo di elasticità normale caratteristico	9600,00	MPa
Coefficiente parziale del materiale	1,35	-

Caratteristiche della sollecitazione		
Interasse elementi	0,80	m
Carichi permanenti	2,00	kN/mq
Carichi variabili	2,00	kN/mq
g in combinazione rara	1,60	N/mm
q in combinazione rara	1,12	N/mm
g in combinazione SLU	2,40	N/mm
q in combinazione SLU	2,40	N/mm



Luce	4300,00	mm
Momento in combinazione SLU	11094000,00	Nmm
Taglio	10320,00	N

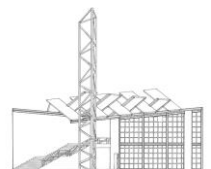
Verifica a flessione - trave GL24h		
kmod	0,90	-
Tensione agente	11,56	MPa
Tensione resistente	17,54	MPa
Verificato?	SI	

Verifica a taglio - trave GL24h		
kmod	0,90	-
kcr	0,71	
Tensione agente	0,46	MPa
Tensione resistente	2,33	MPa
Verificato?	SI	

Verifica a freccia istantanea - trave GL24h		
Fattore di taglio	1,2	-
Abbassamento calcolato	9,62	mm
Abbassamento limite	14,33	mm
Verificato?	SI	

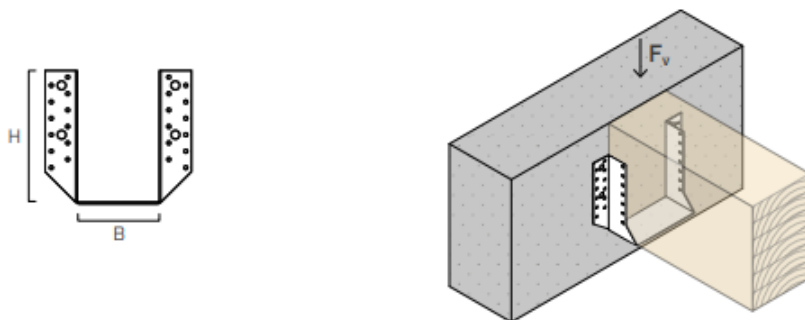
Verifica a freccia a lungo termine - trave GL24h		
kdef	0,6	-
Abbassamento calcolato	14,62	mm
Abbassamento limite	17,20	mm
Verificato?	SI	

Le verifiche del nuovo solaio ligneo, in questa nuova configurazione, risultano soddisfatte sia nei riguardi degli Stati Limite Ultimi (SLU) sia nei riguardi degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

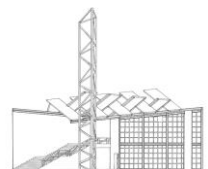


Verifica lato legno della connessione del travetto ligneo alla muratura

Per trasferire alla muratura il taglio pari a 10,32 kN si intende utilizzare delle scarpe metalliche tipo Rothoblaas BSAS. Nello specifico si sceglie di utilizzare la piastra di dimensioni 100x170 mm, vista la sezione del travetto di dimensioni 100x240 mm. Di seguito, per la verifica lato legno, si fa riferimento alla scheda tecnica messa a disposizione dal produttore.



BSAS - LISCIA		FISSAGGI		VALORI CARATTERISTICI	
B	H	ancorante VIN-FIX ⁽²⁾	chiodi LBA	$R_{v,k \text{ timber}}$	$R_{v,k \text{ steel}}$
[mm]	[mm]	$[n_{\text{bolt}} - \varnothing \times L]^{(3)}$	$[n_j - \varnothing \times L]^{(4)}$	[kN]	[kN]
40 *	110	2 - M8 x 110	4 - $\varnothing 4 \times 40$	11,3	10,6
46 *	137	2 - M10 x 110	6 - $\varnothing 4 \times 40$	15,0	13,2
51 *	105	2 - M8 x 110	4 - $\varnothing 4 \times 40$	11,3	10,6
51 *	135	2 - M10 x 110	6 - $\varnothing 4 \times 40$	15,0	13,2
60	100	2 - M8 x 110	8 - $\varnothing 4 \times 40$	18,8	10,6
64	128	4 - M10 x 110	10 - $\varnothing 4 \times 40$	22,5	26,4
64	158	4 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 40$	26,3	26,4
70	125	4 - M10 x 110	10 - $\varnothing 4 \times 40$	22,5	26,4
70	155	4 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 40$	26,3	26,4
76	152	4 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 40$	26,3	26,4
80	120	4 - M10 x 110	10 - $\varnothing 4 \times 40$	22,5	26,4
80	140	4 - M10 x 110	10 - $\varnothing 4 \times 40$	22,5	26,4
80	150	4 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 40$	26,3	26,4
80	180	4 - M10 x 110	14 - $\varnothing 4 \times 40$	30,0	26,4
80	210	4 - M10 x 110	16 - $\varnothing 4 \times 40$	33,8	26,4
90	145	4 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 40$	26,3	26,4
100	140	4 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 60$	33,1	26,4
100	170	4 - M10 x 110	14 - $\varnothing 4 \times 60$	37,8	26,4
100	200	4 - M10 x 110	16 - $\varnothing 4 \times 60$	42,6	26,4
120	120	4 - M10 x 110	10 - $\varnothing 4 \times 60$	28,4	26,4
120	160	4 - M10 x 110	14 - $\varnothing 4 \times 60$	37,8	26,4
120	190	4 - M10 x 110	16 - $\varnothing 4 \times 60$	42,6	26,4
140	140	2 - M10 x 110	12 - $\varnothing 4 \times 60$	33,1	13,2
140	180	4 - M10 x 110	16 - $\varnothing 4 \times 60$	42,6	26,4



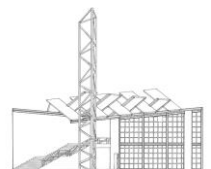
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

Verifica lato muratura della connessione del travetto ligneo alla muratura

Per la verifica lato muratura, invece, è stato utilizzato il programma “Hilti PROFIS ENGINEERING”.



7. Verifiche solaio metallico di copertura oggetto di intervento locale

Per quanto riguarda il solaio metallico di copertura, secondo quanto rilevato in cantiere durante il sopralluogo, le travi principali sono state realizzate mediante profilati di tipo IPE 120 o similari e disposte con un interasse di circa 260 cm. Le caratteristiche dei profilati sono desumibili dall'estratto dell'applicazione Profili_v6, di comprovata validità, riportato di seguito. In assenza di prove sperimentali atte ad indagare in merito alla classe dell'acciaio utilizzato, si è assunta la classe S235 ed un fattore di confidenza $FC = 1,35$.

Doppio T Laminati - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioCl Normativa: NTC ?

☒ IPE ☐ IPN ☐ HEAA ☐ HL ☐ Ordina per ☒ Wy ☐ ly ☐ g

☐ HEA ☐ IPEA ☐ HEX ☐ UB

☐ HEB ☐ IPEO ☐ HD ☐ UC

☐ HEM ☐ IPEX ☐ HP ☐ W

Aggiorna Tabella

designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
IPE 80	6,0	80	46	3,80	5,20	5,00
IPE 100	8,1	100	55	4,10	5,70	7,00
IPE 120	10,4	120	64	4,40	6,30	7,00
IPE 140	12,9	140	73	4,70	6,90	7,00
IPE 160	15,8	160	82	5,00	7,40	9,00
IPE 180	18,8	180	91	5,30	8,00	9,00
IPE 200	22,4	200	100	5,60	8,50	12,00

Lunghezze di libera inflessione [m]
 l_{0y} 0 l_{0z} 0

N_{sd} [kN] 0

Plotta

IPE 120

$N_{by,Rd}$ [kN] 295,7 $M_{cy,Rd}$ [kNm] 13,59

$N_{bz,Rd}$ [kN] 295,7 $M_{cz,Rd}$ [kNm] 3,039

$V_{ply,Rd}$ [kN] 81,47 $V_{plz,Rd}$ [kN] 104,2

g (Kg/m): 10,4 h (mm): 120 r2 (mm): 0

b (mm): 64 A (cm²): 13,21 i_y (cm): 4,9 i_z (cm): 1,45

tw (mm): 4,4 I_y (cm⁴): 317,8 I_z (cm⁴): 27,67 I_T (cm⁴): 1,74

tf (mm): 6,3 W_y (cm³): 52,96 W_z (cm³): 8,65 I_w (cm⁶): 890

r1 (mm): 7 $W_{pl,y}$ (cm³): 60,73 $W_{pl,z}$ (cm³): 13,58

Classe Sezione

Compressione 1

Flessione My 1

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 1

Verifiche

Presso Flessione

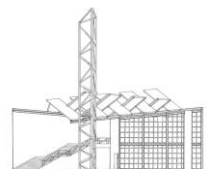
Svergolamento

Le caratteristiche rilevanti ai fini delle verifiche da condurre nei riguardi degli Stati Limite Ultimi (SLU) e degli Stati Limite di Esercizio (SLE) sono le seguenti:

- **Momento resistente rispetto all'asse forte**, indicato con $M_{cy,Rd}$. A questo deve essere applicato il fattore di confidenza (FC) per tenere conto del fatto che si tratta di un materiale esistente:

$$M_{cy,Rd} = 13,59 \text{ kNm} \quad \rightarrow \quad M_{cy,Rd}' = \frac{M_{cy,Rd}}{FC} = \frac{13,59 \text{ kNm}}{1,35} = 10,06 \text{ kNm}$$

- **Taglio resistente rispetto all'asse forte**, indicato con $V_{ply,Rd}$. A questo deve essere applicato il fattore di confidenza (FC) per tenere conto del fatto che si tratta di un materiale esistente:



$$V_{ply,Rd} = 81,47 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad V_{ply,Rd}' = \frac{V_{ply,Rd}}{FC} = \frac{81,47 \text{ kN}}{1,35} = \mathbf{60,34 \text{ kN}}$$

- **Modulo di resistenza rispetto all'asse forte**, indicato con w_y . A questo deve essere applicato il fattore di confidenza (FC) per tenere conto del fatto che si tratta di un materiale esistente:

$$I_y = 317,8 \text{ cm}^4 \quad \rightarrow \quad I_y' = \frac{w_y}{FC} = \frac{317,8 \text{ cm}^4}{1,35} = \mathbf{235,40 \text{ cm}^4}$$

Una volta definite le grandezze fisiche di riferimento, sono state eseguite le verifiche del solaio metallico di copertura, sia nei riguardi degli Stati Limite Ultimi (SLU) che degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

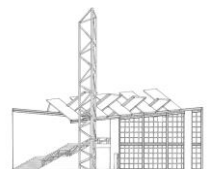
Per quanto riguarda i limiti di deformabilità oer gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie, si è fatto riferimento alla Tabella 4.2.XII delle NTC2018 ed in particolare alla categoria "coperture in generale".

Caratteristiche della sollecitazione		
Interasse elementi	2,60	m
Carichi permanenti	2,50	kN/mq
Carichi variabili	1,46	kN/mq
g in combinazione rara	6,50	N/mm
q in combinazione rara	2,66	N/mm
g in combinazione SLU	9,75	N/mm
q in combinazione SLU	5,69	N/mm
Luce	4300,00	mm
Momento in combinazione SLU	35694945,00	Nmm
Taglio in combinazione SLU	33204,60	N

Verifica a flessione - trave esistente in acciaio		
Momento in combinazione SLU	35,69	kNm
Momento resistente (da Profili_v6)	10,06	kNm
Grado di sfruttamento	354,82	%
Verificato?	NO	

Verifica a taglio - trave esistente in acciaio		
Taglio in combinazione SLU	33,20	kN
Taglio resistente (da Profili_v6)	60,34	kNm
Grado di sfruttamento	55,03	%
Verificato?	SI	

Verifica a freccia - trave esistente in acciaio		
g in combinazione rara	6,50	N/mm
q in combinazione rara	2,66	N/mm
Luce	4300,00	mm



Modulo elastico dell'acciaio	155555,56	MPa
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	2354074,07	mm
Abbassamento calcolato	111,32	mm
Abbassamento limite	21,50	mm
Verificato?	NO	

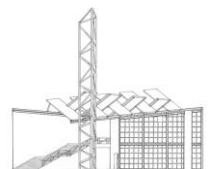
Verifica a freccia - trave esistente in acciaio - solo variabili		
q in combinazione rara	2,6572	N/mm
Luce	4300	mm
Modulo elastico dell'acciaio	155555,56	MPa
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	2354074,074	mm
Abbassamento calcolato	32,30	mm
Abbassamento limite	17,2	mm
Verificato?	NO	

Le importanti carenze riscontrate in sede di verifica sono state risolte mediante un intervento locale finalizzato alla disposizione di nuovi elementi in acciaio S275 che vanno a ridurre l'interasse degli elementi già presenti e di conseguenza la loro lunghezza di influenza, alla quale sono correlati gli stati tensionali e deformativi.

A vantaggio di sicurezza, i nuovi elementi sono stati dimensionati trascurando la presenza degli elementi di copertura già presenti. Di seguito si riportano le relative verifiche, eseguite mediante l'ausilio del codice di calcolo PRO_SAP. Le verifiche con esito positivo sono indicate con "Ok".

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sotto indicato; sono espresse dal rapporto tra l'azione di progetto e la capacità ultima; pertanto, la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all'unità.

Asta	Trave		Pilastro			numero dell'elemento
Stato						codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento
Note						sezione e materiali adottati per l'elemento
V N						(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)
V V/T						(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione (4.2.16 e 4.2.28)
V N/M						(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.33) con riduzione per taglio (4.2.40) ove richiesto
N	M 3	M 2	V2	V3	T	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab						(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3.1 per punto (4.2.41)
V stab						(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flessio-torsionale)



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

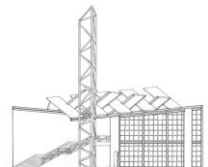
DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

BetaxL	B22xL	B33xL	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)
Snellezza			snellezza massima
Classe			classe del profilo
Chi mn			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente
Rif. cmb			combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati
V flst			(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.48)
B1-1 x L			Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali
Chi LT			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale
Snell adim			Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5
v.Omeg			Valore del rapporto capacità/domanda per l'azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l'amplificazione delle azioni
f.Om. N			Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5
f.Om. T			Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4
V.7.5.4 M Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell'azione flettente
V.7.5.5 N Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dell'azione assiale
V.7.5.6 V Ed,G V Ed,M			Verifica come prevista al punto 7.5.6 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità
V.7.5.10 V Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.10 e valore dell'azione di taglio

< **TABELLA VERIFICHE ELEMENTI - MATERIALI NUOVI**

>



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

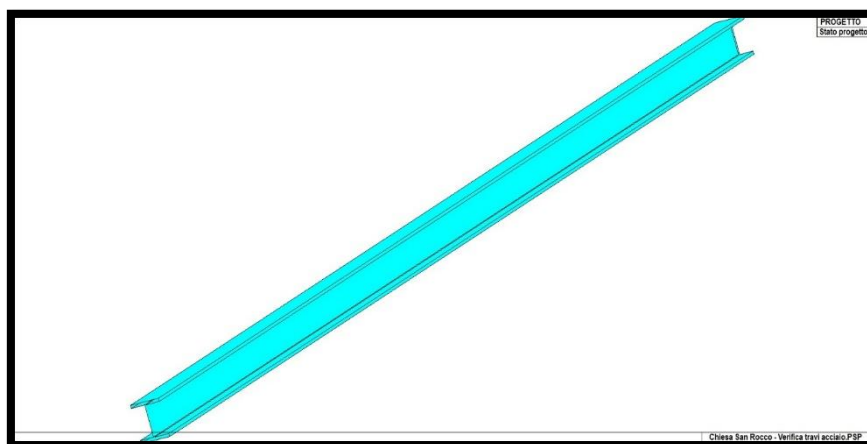
Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb		
1	ok	s=3,m=12	0.09	0.24		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.13	0.4	1.00	9,9,0,9
4	ok	s=3,m=12	0.02	0.55		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.32	0.5	0.97	9,9,0,9
5	ok	s=3,m=12	0.07	0.41		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.23	0.4	1.00	9,9,0,9
6	ok	s=3,m=12	0.05	0.52		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.29	0.5	1.00	9,9,0,9
7	ok	s=3,m=12	0.05	0.52		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.29	0.5	1.00	9,9,0,9
8	ok	s=3,m=12	0.09	0.24		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.13	0.4	1.00	9,9,0,9
9	ok	s=3,m=12	0.02	0.55		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.32	0.5	0.97	9,9,0,9
10	ok	s=3,m=12	0.07	0.41		1	1.3	0.8	116.8	0.37	0.23	0.4	1.00	9,9,0,9

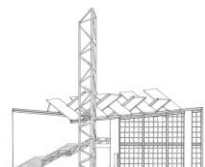
Trave	V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flst	LamS LT	Chi LT
	0.09	0.55		1.35	0.80	116.80	0.37	0.32	0.50	0.97

Trave	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V[7.5.4]	M Ed kN m	V[7.5.5]	N Ed kN	V[7.5.6]	V Ed,G kN	V Ed,M kN
1							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Trave	v.Omeg	V N/M	V stab	V[7.5.4]	M Ed	V[7.5.5]	N Ed	V[7.5.6]	V Ed,G	V Ed,M
				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



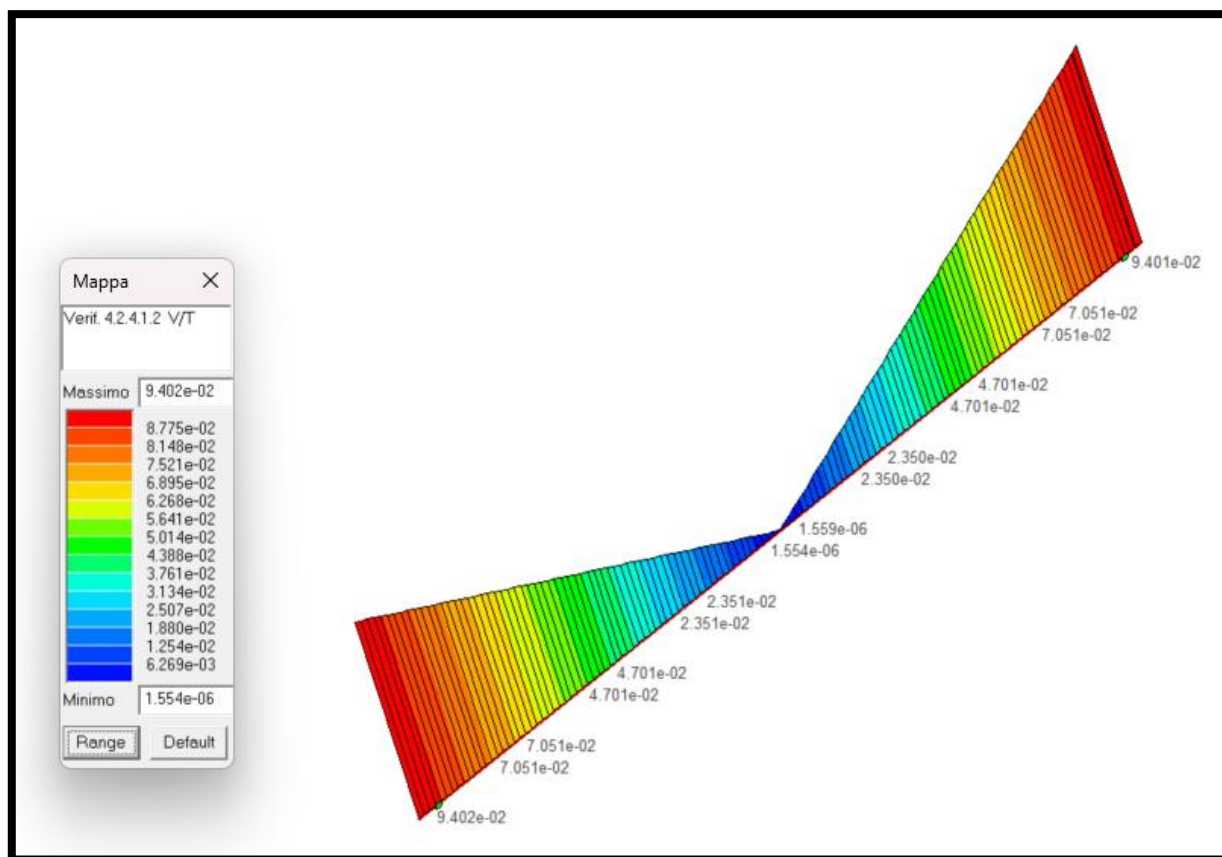
Stato progetto



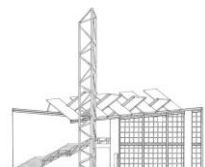
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



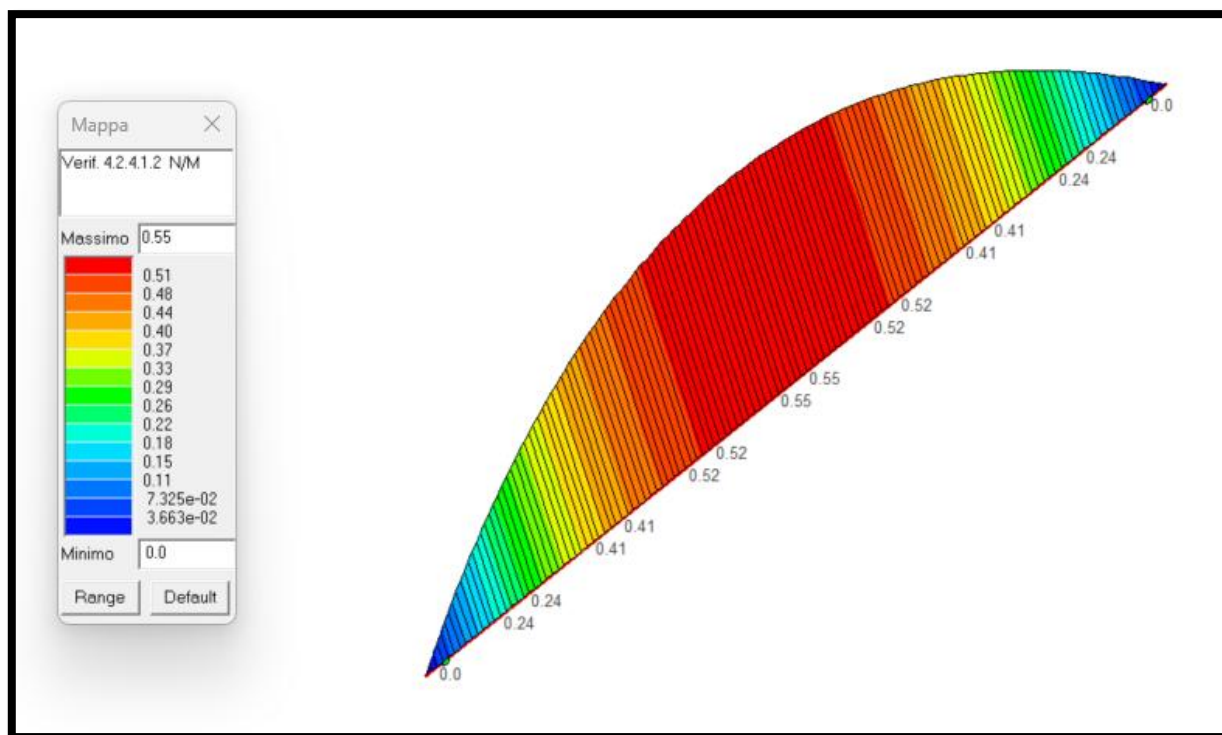
Verifica 42412 VT



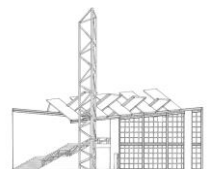
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



Verifica 42412 NM/Flessione

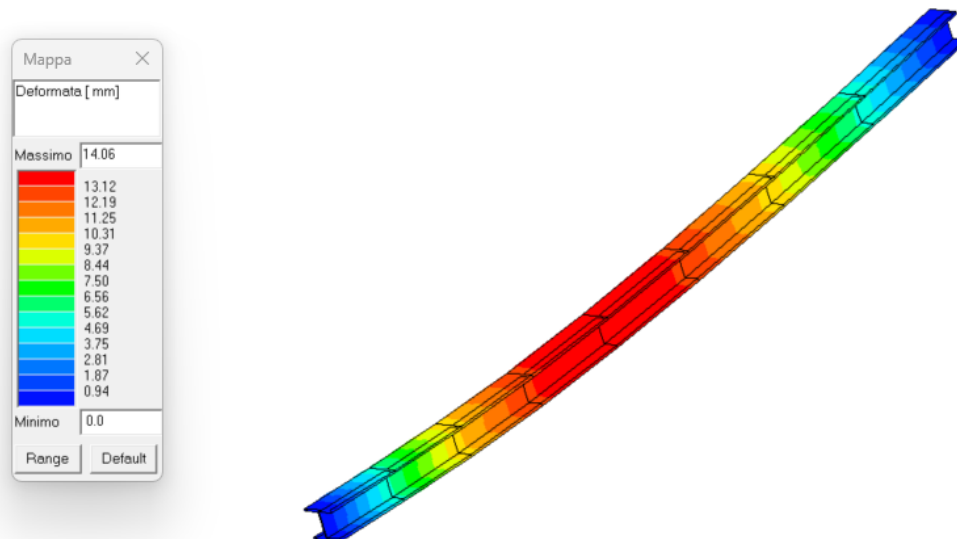


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

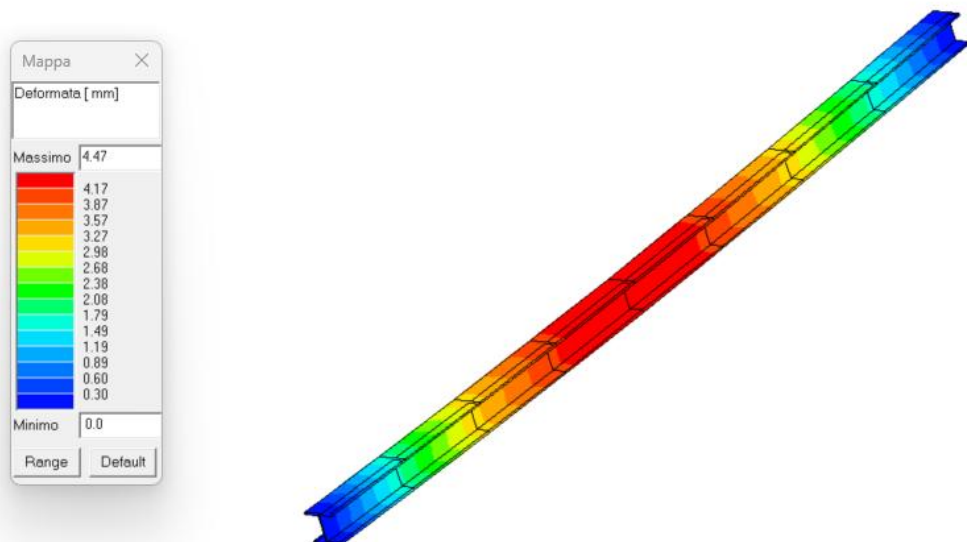
Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

Di seguito viene riportata la deformata nella combinazione RARA e confrontato il massimo valore di abbassamento (14,06 mm) con il valore limite previsto dalla normativa (L/250).

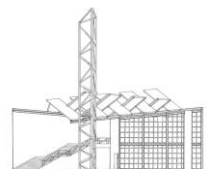


$$14,06 \text{ mm} < 17,20 \text{ mm} = \frac{4300 \text{ mm}}{250} = \frac{L}{250}$$

Di seguito viene riportata la deformata nella condizione VARIABILE NEVE e confrontato il massimo valore di abbassamento (4,47 mm) con il valore limite previsto dalla normativa (L/300).



$$4,47 \text{ mm} < 14,33 \text{ mm} = \frac{4300 \text{ mm}}{300} = \frac{L}{300}$$

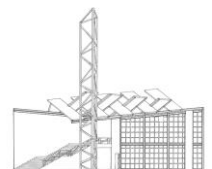


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475

A seguito dell'inserimento dei nuovi profilati metallici, le verifiche del solaio di copertura risultano soddisfatte sia nei riguardi degli Stati Limite Ultimi (SLU) sia nei riguardi degli Stati Limite di Esercizio (SLE).



8. Omissione della verifica delle fondazioni secondo §8.3 delle NTC2018

In sede di sopralluogo e di esecuzione delle prove finalizzate alla caratterizzazione dei materiali, non è stato possibile indagare in merito al sistema fondale, soprattutto per motivi legati alla natura del bene.

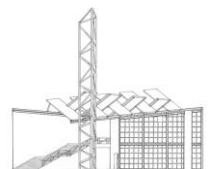
Secondo quanto indicato all'interna della relazione geologica, corredata dalle prove eseguite dal Geol. Davide Marchese, la struttura della Chiesa di San Rocco sussiste su Calcari avana fittamente stratificati. In particolare, secondo quanto dedotto dalla prospezione sismica MASW e dalla misura HVSR, il sottosuolo di fondazione è stato classificato come "B" e, data l'inclinazione media del versante superiore a 15°, è stata definita la categoria topografica "T2", alla quale corrisponde un Coefficiente di amplificazione topografica $ST=1,2$. Si riportano di seguito i parametri geotecnici di riferimento per i Calcari costituenti l'ammasso roccioso.

CALCARI AVANA STRATIFICATI		
FACIES DI PIATTAFORMA		ROCCIA LITOIDE
PARAMETRI GEOTECNICI		
Angolo d'attrito	Φ (°)	30,0
Coesione di picco	c' (kPa)	240
Modulo di deformazione	E_d (GPa)	9,90
Peso di Volume saturo	γ_s (KN/mc)	25,0
Peso di Volume drenato	γ_d (KN/mc)	22,0

Essendo in previsione interventi di manutenzione straordinaria che non comportano una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti e che, tra l'altro, prevedono una riduzione dei carichi gravitazionali rispetto alla configurazione ante operam, si reputa che il comportamento globale della sovrastruttura continui ad essere totalmente compatibile con le fondazioni ed i terreni su cui insiste. Per tale motivo, oltre al fatto che non sono presenti lesioni che mostrano dissesti in atto (cedimenti differenziali e/o fenomeni di instabilità globale e locale), si ritiene possibile omettere la verifica delle fondazioni, secondo §8.3 del DM2018.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle verifiche effettuate sul posto:

N. PROGR.	CONDIZIONE PER VERIFICA DELLE FONDAZIONI (§8.3 DM2018)	RISPOSTA
1	Sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale?	NO
2	Nella costruzione sono presenti importanti dissesti attribuibili a cedimenti delle fondazioni sia in passato che allo stato attuale?	NO
3	Sono possibili fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;	NO
4	Sono possibili fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.	NO

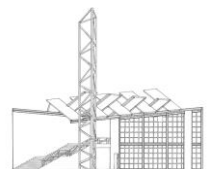


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

La presente tabella riassume le risposte alle condizioni di obbligo di verifica che vengono imposte dall'attuale normativa vigente, le cui risposte sono state fornite prendendo come riferimento la documentazione storica analizzata, il rilievo strutturale del fabbricato esistente e i dati geologici desunti dalle prove eseguite sotto la supervisione del Geol. Davide Marchese ed assunte ai fini della definizione della categoria di sottosuolo secondo la Tab. 3.2. II, fondamentale ai fini della valutazione della vulnerabilità sismica del fabbricato.



9. Interventi locali di consolidamento mediante inserimento dei tiranti

9.1. Cenni teorici e metodo di calcolo

Le analisi dei meccanismi di collasso vengono sviluppate tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, basato sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo, come descritto al paragrafo C8.7.1.2. *MECCANISMI LOCALI - METODI DI ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA E CRITERI DI VERIFICA* della circolare n°7. 21/01/2019.

ANALISI CINEMATICA LINEARE

I meccanismi locali si verificano nelle pareti murarie prevalentemente per azioni perpendicolari al loro piano, mentre nel caso di sistemi ad arco anche per azioni nel piano. Le normative suggeriscono di effettuare le verifiche con riferimento ai meccanismi locali di danno e collasso (nel piano e fuori piano) tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, basato sulla scelta del meccanismo di collasso e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tale cinematismo. Nel caso di analisi cinematica le strutture murarie sono considerate costituite da macroelementi indeformabili (o da corpi rigidi) ignorando quindi la deformabilità del materiale, che permette le verifiche di tipo statico. L'analisi ha lo scopo di valutare le condizioni di equilibrio limite dei macroelementi sollecitati dal sisma, trascurando la resistenza a trazione della muratura. La costruzione va studiata per individuare, sulla base dell'organizzazione strutturale, delle sue carenze e del suo stato di fatto, i meccanismi che possono essere attivati.

Si ricorda che per ogni possibile meccanismo locale ritenuto significativo per l'edificio, il metodo in generale richiede i seguenti passi:

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, in grado di ruotare o scorrere tra loro (meccanismo di danno e collasso);
- valutazione, mediante analisi cinematica lineare, del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo (stato limite di danno);
- valutazione, mediante analisi cinematica non lineare, dell'evoluzione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α al crescere dello spostamento dk di un punto di controllo della catena cinematica, usualmente scelto in prossimità del baricentro delle masse, fino all'annullamento della forza sismica orizzontale;
- trasformazione della curva così ottenuta in curva di capacità, ovvero in accelerazione a^* e spostamento d^* spettrali, con valutazione dello spostamento ultimo per collasso del meccanismo (stato limite ultimo);
- verifiche di sicurezza, attraverso il controllo della compatibilità degli spostamenti e/o delle resistenze richieste alla struttura.

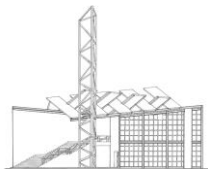
Oltre alla resistenza nulla a trazione della muratura, per l'applicazione del metodo di analisi si ipotizza, in genere:

- assenza di scorrimento tra i blocchi;
- resistenza a compressione infinita della muratura.

Con l'analisi cinematica lineare, assegnata una rotazione virtuale θ_k al generico blocco k , è possibile determinare in funzione di questa e della geometria della struttura, gli spostamenti delle diverse forze applicate nella rispettiva direzione. Il moltiplicatore α_0 si ottiene applicando il Principio dei Lavori Virtuali, in termini di spostamenti, uguagliando il lavoro totale eseguito dalle forze esterne ed interne applicate al sistema in corrispondenza dell'atto di moto virtuale:

$$\alpha_0 = \frac{\sum_{k=1}^n P_k \delta_{Py,k} - \sum_{k=1}^m F_k \delta_{F,k} + L_i}{\sum_{k=1}^n (P_k + Q_k) \delta_{PQx,k}}$$

dove:



- N è il numero dei blocchi di cui è costituita la catena cinematica;
- m è il numero di forze esterne, assunte indipendenti dall'azione sismica, applicate ai diversi blocchi;
- P_k è la risultante delle forze peso applicate al k-esimo blocco (peso proprio del blocco, applicato nel suo baricentro, sommato agli altri pesi portati);
- Q_k è la risultante delle forze peso non gravanti sul k-esimo blocco ma la cui massa genera su di esso una forza sismica orizzontale, in quanto non efficacemente trasmessa ad altre parti dell'edificio;
- F_k è la generica forza esterna applicata ad uno dei blocchi; tali forze possono favorire l'attivazione del meccanismo (ad es. spinte di volte) o ostacolarlo (ad es. archi di contrasto, ovvero forze attrittive che si sviluppano in presenza di parti della costruzione non coinvolte nel meccanismo);
- $\delta_{py,k}$ è lo spostamento virtuale verticale del baricentro delle forze peso proprie e portate P_k , agenti sul k-esimo blocco, assunto positivo se verso l'alto;
- $\delta_{F,k}$ è lo spostamento virtuale del punto d'applicazione della forza esterna F_k , proiettato nella direzione della stessa (di segno positivo o negativo a seconda che questa favorisca o contrasti il meccanismo);
- $\delta_{PQ,k}$ è lo spostamento virtuale orizzontale del baricentro delle forze orizzontali $\alpha(P_k+Q_k)$ agenti sul k-esimo blocco, assumendo come verso positivo quello dell'azione sismica che attiva il meccanismo;
- L_i è il lavoro totale di eventuali forze interne (allungamento di una catena; scorrimento con attrito in presenza di ammassamento tra i blocchi del meccanismo, dovuto a moti relativi traslazionali o torsionali; deformazione nel piano di solai o coperture collegate ma non rigide).

ANALISI CINEMATICA NON LINEARE

L'evoluzione del cinematisma si segue per via analitico - numerica, considerando una successione di rotazioni virtuali finite e aggiornando la geometria variata del sistema: fissata una rotazione finita θ_k , si può determinare il moltiplicatore α ad essa corrispondente così come fatto nel caso della configurazione iniziale del sistema, tenendo però conto della variazione della geometria. Tramite relazioni trigonometriche, supponendo che le azioni restino costanti, è possibile ricavare le espressioni per i bracci delle forze agenti in funzione della rotazione θ_k che si fa compiere alla struttura e seguire la variazione del coefficiente α fino al suo annullamento.

Aumentando l'angolo di rotazione, si ha una diminuzione del braccio delle forze verticali rispetto alla cerniera cilindrica (per alcuni valori di θ_k , il punto di applicazione di alcune forze esce dal filo della parete su cui si trova il polo di rotazione e, in questi casi, il momento generato da tali forze, che diventano instabilizzanti, sarà negativo, contribuendo alla diminuzione del momento resistente) e un aumento del braccio delle forze orizzontali: ne consegue una diminuzione del momento stabilizzante, che in una certa configurazione arriva ad annullarsi, e un aumento del momento ribaltante. A questo corrisponde, per quanto detto, una diminuzione del coefficiente α , che si annullerà in quella configurazione in cui è nullo il momento resistente.

È possibile determinare l'angolo θ_{k0} (cui corrisponde lo spostamento dk_0 del punto di controllo considerato) che caratterizza la configurazione per cui si ha l'annullamento del moltiplicatore α e quindi del momento stabilizzante M_s .

VERIFICHE ESEGUITE

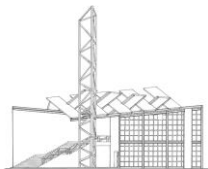
Verifica SLD e SLV con analisi lineare a quota zero.

Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento isolato o una porzione della costruzione comunque sostanzialmente appoggiata a terra, la verifica di sicurezza è soddisfatta se l'accelerazione spettrale a_g che attiva il meccanismo, confrontata con l'accelerazione al suolo soddisfa la seguente disuguaglianza:

$$SLD: \quad a_{g,SLD} \geq \frac{a_g \cdot S}{q_{SLD}}$$

$$SLV: \quad a_{g,SLV} \geq \frac{a_g \cdot S}{q_{SLV}}$$

Verifica SLD e SLV con analisi lineare a quota sopraelevata



Nel caso in cui la verifica riguardi un elemento posto ad una certa quota, si deve tener conto del fatto che l'accelerazione assoluta alla quota della porzione di edificio interessata dal cinematisismo è in genere amplificata rispetto a quella al suolo, una approssimazione accettabile consiste nel verificare (oltre alle precedenti) che :

SLD: $a_{z,SLD} \geq a_z(z)$

SLV: $a_{z,SLV} \geq \frac{a_z(z)}{q_{SLV}}$

dove:

$$a_z(z) = \sqrt{\sum_k (a_{z,k}(z))^2} \quad a_{z,k}(z) = S_e(T_k, \xi_k) \gamma_k \psi_k \sqrt{1 + 0.0004 \xi_k^2}$$

Verifica mediante spettro di capacità (analisi cinematica non lineare)

La verifica di sicurezza dei meccanismi locali nei confronti dello Stato limite di salvaguardia della vita consiste nel confronto tra la capacità di spostamento ultimo du^* del meccanismo locale e la domanda di spostamento ottenuta dallo spettro di spostamento in corrispondenza del periodo secante T_s .

Cinem. quota zero: $d_u^* \geq S_{De}(T_{SLV})$

$$d_u^* \geq S_{ez}(T_{SLV}, \xi, z) \frac{T_{SLV}^2}{4\pi^2}$$

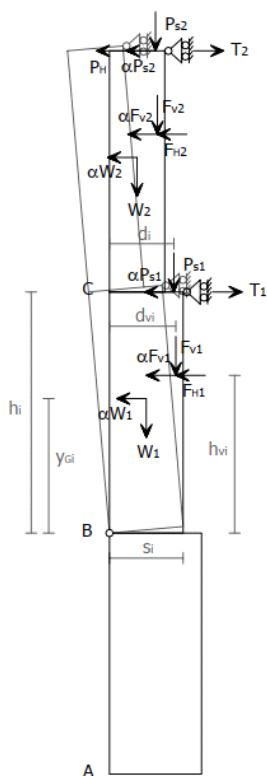
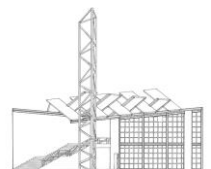
Cinem. quota sopraelevata:

dove:

$$S_{ez}(T_{SLV}, \xi, z) = 1.1 \xi^{-0.5} \eta(\xi) a_{z,k}(z)$$

Metodo di calcolo adottato per i meccanismi locali

Meccanismo di Ribaltamento Semplice:

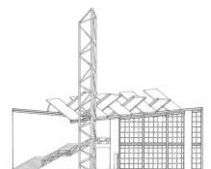


- n è il numero di piani interessati dal cinematismo;
- W_i è il peso proprio della parete al piano i-esimo;
- F_{vi} è la componente verticale della spinta di archi o volte sulla parete al piano i-esimo;
- F_{hi} è la componente orizzontale della spinta di archi o volte sulla parete al piano i-esimo;
- T_i è il valore massimo dell'azione di un eventuale tirante presente in testa alla parete del piano i-esimo;
- P_{si} è il peso del solaio agente sulla parete all'iesimo piano calcolato in base all'area di influenza;
- s_i è lo spessore della parete all'i-esimo piano;
- h_i è l'altezza della parete al piano i-esimo rispetto alla cerniera cilindrica del meccanismo;
- h_{vi} è l'altezza del punto di applicazione della spinta di archi o volte al piano i-esimo rispetto alla cerniera cilindrica del meccanismo;
- d_i è la distanza orizzontale della cerniera cilindrica del punto di applicazione del carico del solaio sulla parete del piano i-esimo;
- d_{vi} sono le distanze orizzontali della cerniera cilindrica dei punti di applicazione delle forze F_{vi} ;
- y_{gi} è l'altezza del baricentro della parete al piano i-esimo rispetto alla cerniera cilindrica del meccanismo;
- α è il moltiplicatore delle forze orizzontali.

$$M_s = \sum_{i=1}^n W_i \frac{S_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} d_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{si} d_i + \sum_{i=1}^n T_i h_i$$

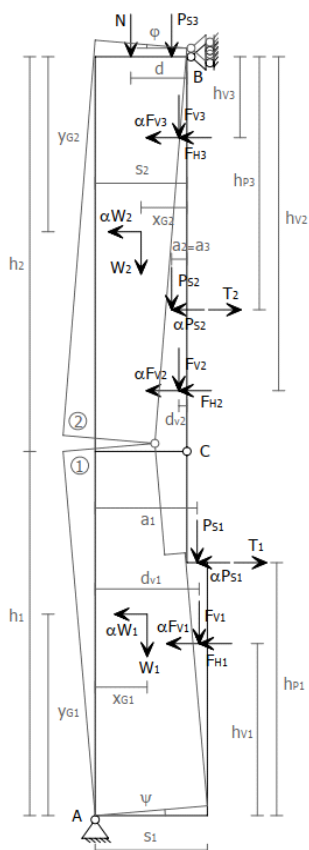
$$M_R = \alpha \left[\sum_{i=1}^n W_i y_{gi} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} d_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{si} d_i \right] + \sum_{i=1}^n F_{Hi} h_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{Hi} h_i$$

Uguagliando i termini ricaviamo il moltiplicatore di collasso

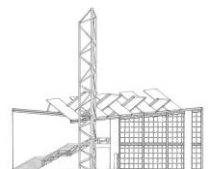


$$\alpha_0 = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \frac{s_i}{2} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} d_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{si} d_i + \sum_{i=1}^n T_i h_i - \sum_{i=1}^n F_{Hi} h_{Vi} - \sum_{i=1}^n P_H h_i}{\left[\sum_{i=1}^n W_i y_{gi} + \sum_{i=1}^n F_{Vi} d_{Vi} + \sum_{i=1}^n P_{si} d_i \right]}$$

Meccanismo di Flessione Verticale:



- n è il numero di piani interessati dal cinematismo;
- W_i è il peso proprio della parete al piano i-esimo;
- F_{Vi} è la componente verticale della spinta di archi o volte sulla parete al piano i-esimo;
- F_{Hi} è la componente orizzontale della spinta di archi o volte sulla parete al piano i-esimo;
- T_i è il valore massimo dell'azione di un eventuale tirante presente in testa alla parete del piano i-esimo;
- N è il peso trasmesso al corpo 2 dalle murature superiori;
- h_{pi} è la distanza verticale del punto di applicazione del carico trasmesso dal solaio i-esimo rispetto al polo di riduzione del macro-elemento su cui poggia;
- P_{si} è il peso del solaio agente sulla parete all'iesimo piano calcolato in base all'area di influenza;
- s_i è lo spessore della parete all'i-esimo piano;
- h_i è l'altezza del macro-elemento i-esimo rispetto alla cerniera cilindrica del meccanismo;
- h_{vi} è l'altezza del punto di applicazione della spinta di archi o volte al piano i-esimo rispetto alla cerniera cilindrica del meccanismo;
- d_i è la distanza orizzontale della cerniera cilindrica del punto di applicazione del carico del solaio sulla parete del piano i-esimo;
- d_{vi} sono le distanze orizzontali della cerniera cilindrica dei punti di applicazione delle



forzi F_{vi} ;

- y_{gi} è l'altezza del baricentro della parete al piano i-esimo rispetto alla cerniera cilindrica del meccanismo;
- a_i è la distanza orizzontale del punto di applicazione del carico trasmesso dai solai rispetto al polo di riduzione del macroelemento coinvolto;
- α è il moltiplicatore delle forze orizzontali.

Applicando l'equazione dei lavori virtuali si ha:

$$\alpha [W_1 \delta_{1x} + W_2 \delta_{2x} + F_{V1} \delta_{V1x} + F_{V2} \delta_{V2x} + P_{s1} \delta_{P1x}] + F_{H1} \delta_{V1x} + F_{H2} \delta_{V2x} =$$

$$[W_1 \delta_{1y} + W_2 \delta_{2y} + F_{V1} \delta_{V1y} + F_{V2} \delta_{V2y} + N \delta_{Ny} + P_{s1} \delta_{P1y} + P_{s2} \delta_{P2y} + T \delta_{P1x}]$$

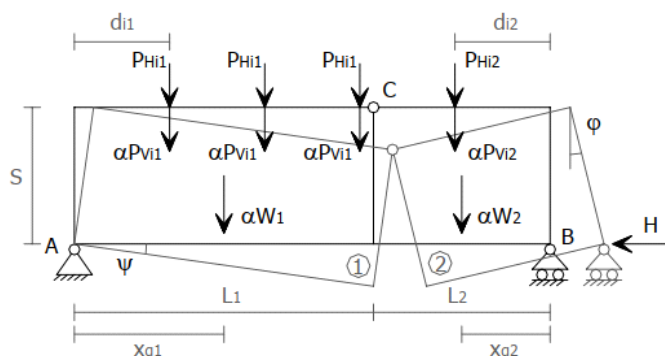
Uguagliando i termini ricaviamo il moltiplicatore di collasso

$$\alpha = \frac{E}{W_1 y_{G1} + F_{V1} h_{V1} + P_{s1} h_p + (W_2 y_{G2} + F_{V2} h_{V2}) \frac{h_1}{h_2}}$$

$$E = \frac{W_1}{2} s_1 + F_{V1} \delta_{V1} + (W_2 + P_{s2} + N + F_{V2}) s_2 + P_{s1} a_1 - F_{H1} h_{V1} + Th_p$$

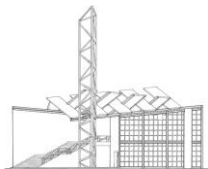
$$+ \left(\frac{W_2}{2} s_2 - F_{V2} h_{V2} + F_{V2} d_{V2} + Nd + P_{s2} a_2 \right) \frac{h_1}{h_2}$$

Meccanismo di Flessione Orizzontale:



- W_i è il peso proprio del macroelemento i-esimo;
- P_{Vi1} rappresenta l'i-esimo carico verticale trasmesso in testa al macroelemento 1;
- P_{Vi2} rappresenta l'i-esimo carico verticale trasmesso in testa al macroelemento 2;
- P_{Hi1} è l'i-esima spinta statica trasmessa dalla copertura in testa al corpo 1;
- P_{Hi2} è l'i-esima spinta statica trasmessa dalla copertura in testa al corpo 2;
- H rappresenta il valore massimo della reazione sopportabile dalla parete, o dalle pareti, di controvento oppure dall'eventuale tirante orizzontale;
- s è lo spessore della parete;
- L_i è la lunghezza del macroelemento i-esimo;
- d_{i1} è la distanza orizzontale del punto di applicazione dell'i-esimo carico che agisce in testa al corpo 1 rispetto al proprio polo di riduzione (cerniera in A);
- d_{i2} è la distanza orizzontale del punto di applicazione dell'i-esimo carico che agisce in testa al corpo 2 rispetto al proprio polo di riduzione (carrello in B);
- x_{Gi} è la distanza orizzontale del baricentro del corpo i-esimo dal proprio polo di riduzione.

L'equazione dei lavori virtuali risulta essere:



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

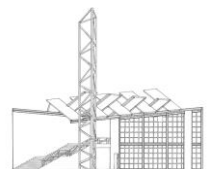
Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

$$\alpha \left[W_1 \delta_{1y} + W_2 \delta_{2y} + \sum_i P_{Vi1} \delta_{Pi1y} + \sum_i P_{Vi2} \delta_{Pi2y} \right] + \sum_i P_{Hi1} \delta_{Pi1y} + \sum_i P_{Hi2} \delta_{Pi2y} - H \delta_{Hx} = 0$$

Da cui ricaviamo il moltiplicatore di collasso:

$$\alpha \left[W_1 x_{G1} + W_2 x_{G2} \frac{L_1}{L_2} + \sum_i P_{Vi1} d_{i1} + \sum_i P_{Vi2} d_{i2} \frac{L_1}{L_2} \right] + \sum_i P_{Hi1} d_{i1} + \sum_i P_{Hi2} d_{i2} \frac{L_1}{L_2} - H s \left(1 + \frac{L_1}{L_2} \right) = 0$$

$$\alpha = \frac{- \sum_i P_{Hi1} d_{i1} - \sum_i P_{Hi2} d_{i2} \frac{L_1}{L_2} + H s \left(1 + \frac{L_1}{L_2} \right)}{\left[W_1 x_{G1} + W_2 x_{G2} \frac{L_1}{L_2} + \sum_i P_{Vi1} d_{i1} + \sum_i P_{Vi2} d_{i2} \frac{L_1}{L_2} \right]}$$



Resistenza dei Tiranti in Acciaio e Verifica del Capochiave

Resistenza Tiranti

I tiranti in acciaio sono composti da due parti:

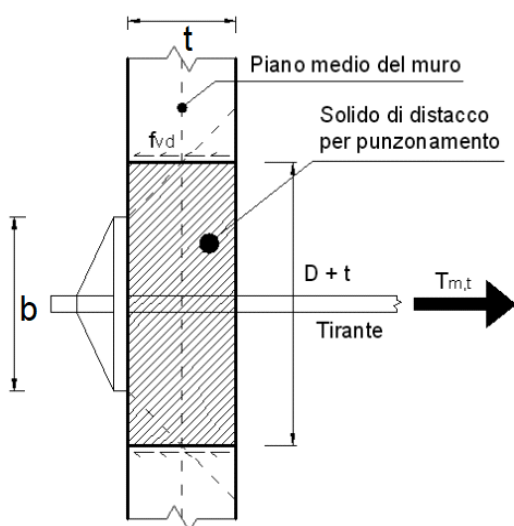
- *capochiave* (con la presenza o assenza di nervature);
- *cavo* (di solito di forma circolare).

All'interno del programma sono presenti tiranti con capochiave circolare o capochiave rettangolare. La resistenza massima di trazione che il tirante può sopportare e trasmettere alla muratura dipendono sia dalle caratteristiche geometriche e meccaniche sia della muratura e sia dell'elemento in acciaio.

La resistenza del tirante è il minimo delle resistenze di tale elemento riportate in seguito:

- Resistenza a Punzonamento;
- Resistenza a Schiacciamento;
- Resistenza a Snervamento del cavo del tirante;
- Resistenza a plasticizzazione della piastra del capochiave.

e vengono calcolati come quanto segue:



Resistenza a Punzonamento

$$R_{punz} = \int_{C^*} f_{vd} t \, dc^*$$

Resistenza a Schiacciamento

$$R_{SCH} = \int_A f_{cd} \, dA$$

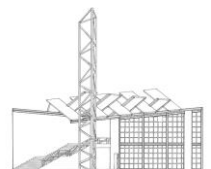
Resistenza a Snervamento

$$R_{SNV} = f_{yd} \omega_s \quad \omega_s = \frac{\pi \phi^2}{4}$$

$$R_{pl} = \frac{2M_y}{y_p} \quad y_p = \frac{2D}{3\pi} \quad \text{Circolare}$$

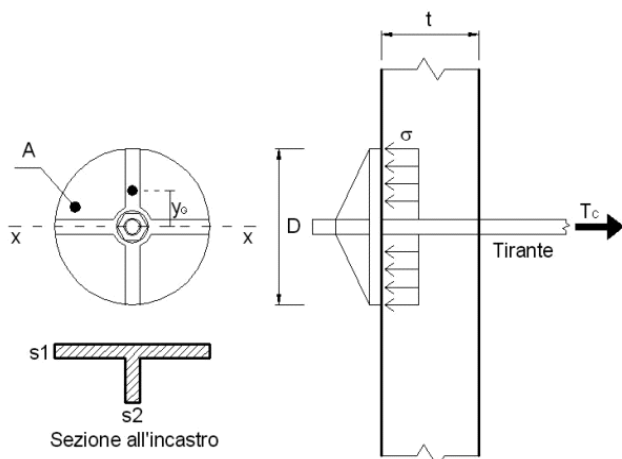
Resistenza a plasticizzazione piastra

$$y_p = \frac{B}{4} \quad \text{Quadrate}$$



Verifica Capochiave

La verifica del capochiave invece avviene tramite il criterio di Von Mises. Ovvero vengono calcolate le tensioni normali e tensioni tangenziali che si generano nel capochiave dallo sforzo di trazione di calcolo e confrontate con la tensione di calcolo di esso.



$$M_{ed} = V_{ed} y_p \quad \text{Momento Flettente}$$

$$y_p = \frac{2D}{3\pi}$$

$$V_{ed} = \frac{T}{2}$$

Sforzo Tagliante

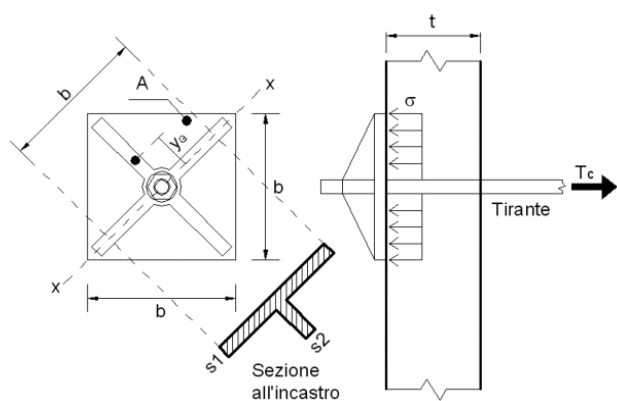
$$\sigma = \frac{M_{ed}}{I_{xx}} y_{\max}$$

Navier

$$\tau = \frac{V_{ed} S'}{I_{xx} b}$$

Jouraswky

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{(x,y)}^2 + 3\tau_{(x,y)}^2} \quad \text{VonMises}$$

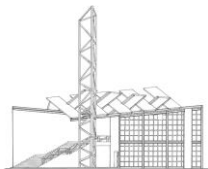


$$M_{ed} = V_{ed} y_p \quad \text{Momento Flettente}$$

$$y_p = \frac{\sqrt{2}b}{6}$$

$$V_{ed} = \frac{T}{2}$$

Sforzo Tagliante



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

$$\sigma = \frac{M_{ed}}{I_{xx}} y_{\max}$$

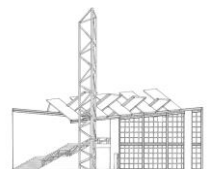
Navier

$$\tau = \frac{V_{ed} S'}{I_{xx} b}$$

Jouraswky

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_{(x,y)}^2 + 3\tau_{(x,y)}^2}$$

VonMises



Calcolo Sforzo di calcolo nei Tiranti e Cordoli

Lo sforzo assorbito dai vincoli in sommità ad ogni parete (cordoli in testa o tiranti) viene calcolato tramite n equazioni di equilibrio a rotazione (dove n è il numero di piani che costituiscono la parete).

Nell'equazione di equilibrio di partenza vengono considerate le forze agenti all' n -esimo piano, si calcola Momento Ribaltante $M_r(\alpha_0)$ e Momento Stabilizzante $M_s(T_n)$ attorno alla base di tale piano, e dall'uguaglianza del momento ribaltante e stabilizzante si ricava l'incognita T_n .

Nelle successive k equazioni di equilibrio vengono considerate le forze agenti dall' n -esimo piano fino al $(n-k)$ -esimo piano, si calcola Momento Ribaltante $M_r(\alpha_0)$ e Momento Stabilizzante $M_s(T_n, T_{n-1}, \dots, T_{n-k})$ attorno alla base dell' $(n-k)$ -esimo piano, e dall'uguaglianza del momento ribaltante e stabilizzante ricavo l'incognita T_{n-k} .

Per esempio, se si consideri una parete che si sviluppa dal piano terra al secondo piano (quindi $n = 2$), la prima equazione di equilibrio prevede le sole forze presenti al secondo piano e l'unica incognita risulta essere lo sforzo T_2 .

L'equazione di equilibrio successiva invece prevede le forze presenti al secondo e al primo piano e l'unica incognita rimane T_1 (poiché T_2 risulta essere già calcolata dall'equazione di equilibrio precedente).

Successivamente l'equazione di equilibrio prevede le forze presenti al secondo, al primo piano e al piano terra dove l'unica incognita da calcolare risulta T_0 .

Nel caso lo sforzo dei tiranti derivanti dell'equazione di equilibrio risulti essere minore di zero (quindi in compressione e di conseguenza non accettabile) il programma pone tale sforzo pari a zero. Allo sforzo calcolato tramite tale procedura viene sommato il contributo di pretensione presente nell'Archivio dei Tiranti per ciascun tirante.

Il valore di α_0 utilizzato, per il calcolo per ogni equazione di equilibrio, è pari al valore tale da soddisfare la verifica semplificata allo SLV (procedura semplificata).

Infatti, si calcoli

$$\alpha^* = \max\{\alpha_{0(z=0)}^*; \alpha_{0(z=H)}^*\}$$

Con:

$$\cdot \quad \alpha_{0(z=0)}^* \alpha_{0(z=0)}^*$$

è l'accelerazione che attiva il meccanismo a quota zero

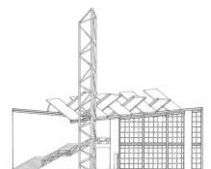
$$\cdot \quad \alpha_{0(z=H)}^* \alpha_{0(z=H)}^*$$

è l'accelerazione che attiva il meccanismo a quota diversa da

zero

Noto α^* si procede al calcolo del coefficiente

$$\alpha_0 = \frac{\alpha^* e^* F_c}{q}$$



9.2. Parametri sismici di progetto

Località: ROCCA MASSIMA (LT)

Altezza totale dell'edificio: 7,00 [m]

Vita nominale dell'edificio: 50 [anni]

Coefficiente di struttura: 1,00 [-]

Periodo del modo principale di vibrare (T1): 0,215 [sec]

Coefficiente di partecipazione modale g : 1,20 [-]

Categoria di sottosuolo: Tipo B

Spettro di Risposta allo SLV

Periodo di ritorno per lo SLV (Tr): 72 [anni]

Probabilità di superamento per lo SLV (Pver): 65 [%]

Periodo di inizio del tratto a velocità costante per lo SLV (Tc*): 0,282 [sec]

Accelerazione orizzontale massima al sito per lo SLV (ag): 0,073 [g]

Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale per lo SLV (Fo): 2,46 [-]

Periodo dello spettro Tb: 0,13 [sec]

Periodo dello spettro Tc: 0,40 [sec]

Periodo dello spettro Td: 1,89 [sec]

Coefficiente di sottosuolo S: 1,44 [-]

Spettro di Risposta allo SLD

Periodo di ritorno per lo SLD (Tr): 30 [anni]

Probabilità di superamento per lo SLD (Pver): 92 [%]

Periodo di inizio del tratto a velocità costante per lo SLD (Tc*): 0,260 [sec]

Accelerazione orizzontale massima al sito per lo SLD (ag): 0,049 [g]

Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale per lo SLD (Fo): 2,51 [-]

Periodo dello spettro Tb: 0,13 [sec]

Periodo dello spettro Tc: 0,37 [sec]

Periodo dello spettro Td: 1,80 [sec]

Coefficiente di sottosuolo S: 1,44 [-]

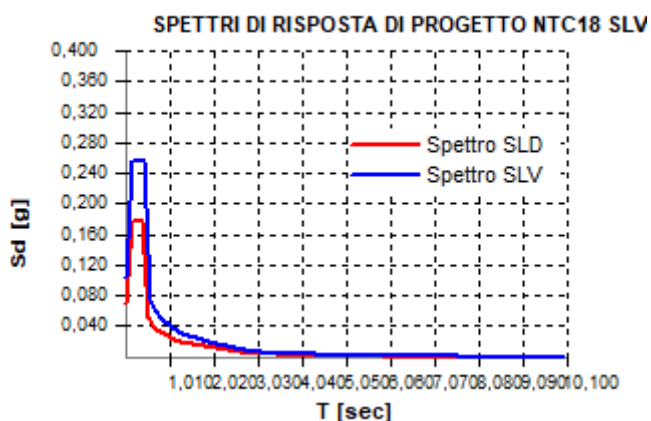
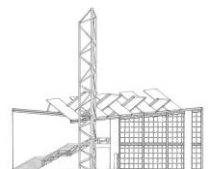


Figura: 1 - Spettro di Risposta di Progetto

Nel calcolo dei cinematismi viene considerato l'arretramento del punto di contatto tra i blocchi nei seguenti casi:

- Cinematismi di ribaltamento fuori piano
- Cinematismi di flessione verticale
- Cinematismi di flessione orizzontale



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

9.3. Parete ovest - ante operam

Geometria delle pareti:

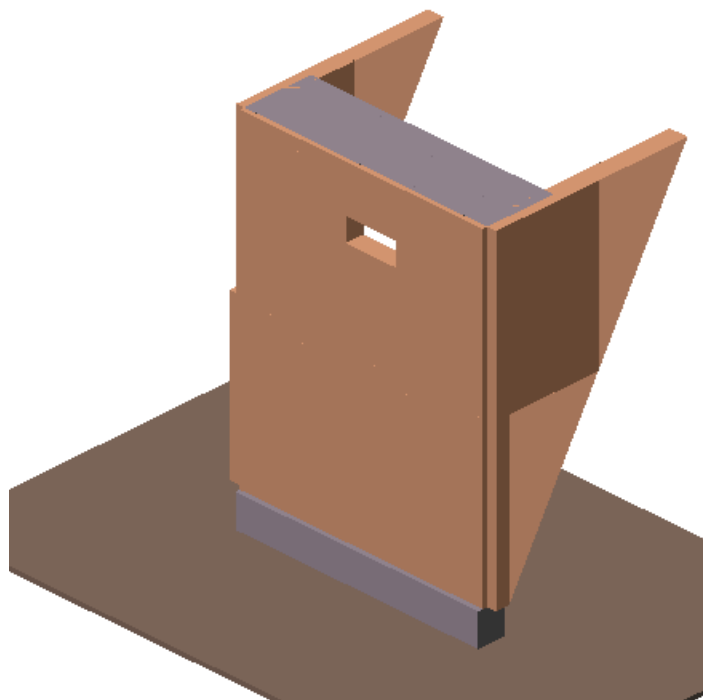
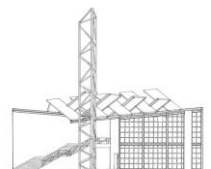


Figura: 2 - Modello 3D della parete



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

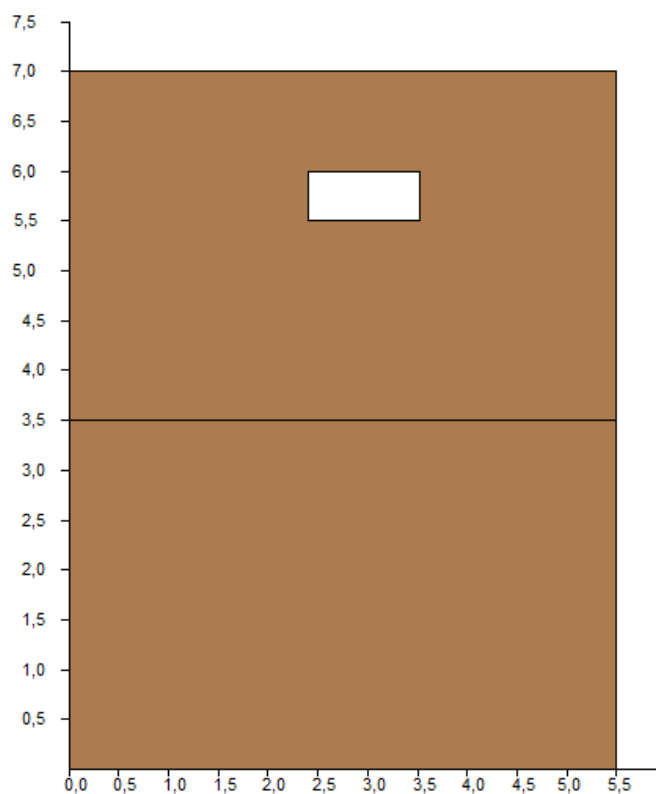


Figura: 3 - Prospetto della parete

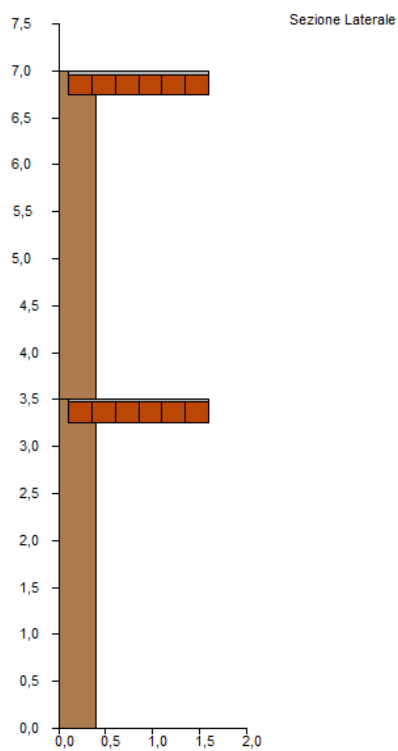


Figura: 4 - Sezione della parete

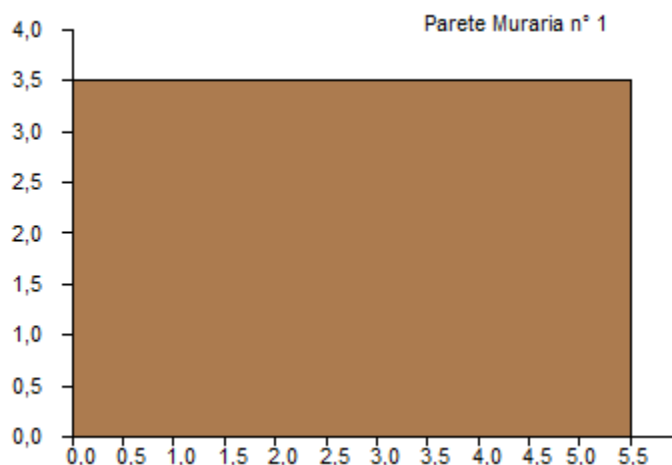
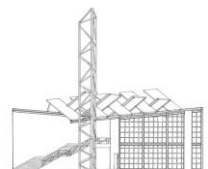


Figura: 5 - Prospetto della parete n° 1

Altezza della parete n° 1: 3,50 [m]
Larghezza della parete n° 1: 5,50 [m]
Spessore della parete n° 1: 0,40 [m]
Rientro della parete n° 1: 0,00 [m]
Peso della parete n° 1: 146,30 [kN]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,70 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 5,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,40 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

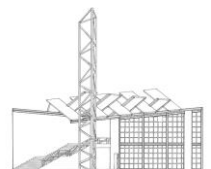
residenziale Civile Abitazione

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,70 [kN/mq]
j₂ coefficiente carico variabile del solaio: 0,30 [-]
Q_k carico variabile del solaio: 2,00 [kN/mq]
is: semi-lunghezza del solaio: 1,50 [m]
es: eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]
p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 1

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]



Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
 Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
 Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
 Peso specifico γ : 1,90E+01 [kN/mc]
 Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
 Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche γ_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]
 Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

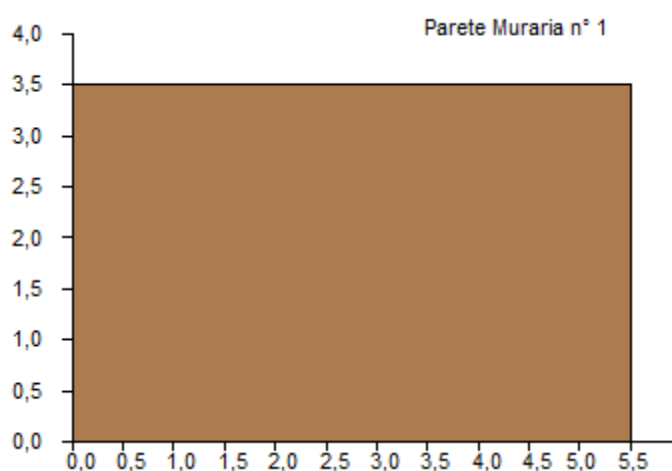


Figura: 6 - Prospetto della parete n° 2

Altezza della parete n° 2: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 2: 5,50 [m]
 Spessore della parete n° 2: 0,40 [m]
 Rientro della parete n° 2: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 2: 142,01 [kN]

Caratteristiche delle Aperture:

Apertura n° 1: Apertura Generica

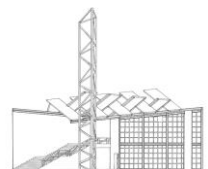
Altezza dell'apertura: 0,50 [m]
 Base dell'apertura: 1,13 [m]
 Altezza inferiore dell'apertura: 2,00 [m]
 Posizione dell'apertura: 2,40 [m]

Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
 Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
 Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 4,04 [m]
 Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
 Spessore della parete di Ammassamento: 0,35 [m]

Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 5,50 [m]
 Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
 Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 4,04 [m]
 Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
 Spessore della parete di Ammassamento: 0,40 [m]



Descrizione Tipologia di Solaio:

Copertura Neve

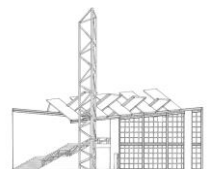
G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,00 [kN/mq]
 j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,00 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 1,46 [kN/mq]
 i_s : semi-lunghezza del solaio: 1,50 [m]
 e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 2,50 [kN/mq]
 p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 2

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]
Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
Peso specifico γ : 1,90E+01 [kN/mc]
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche γ_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]
Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]



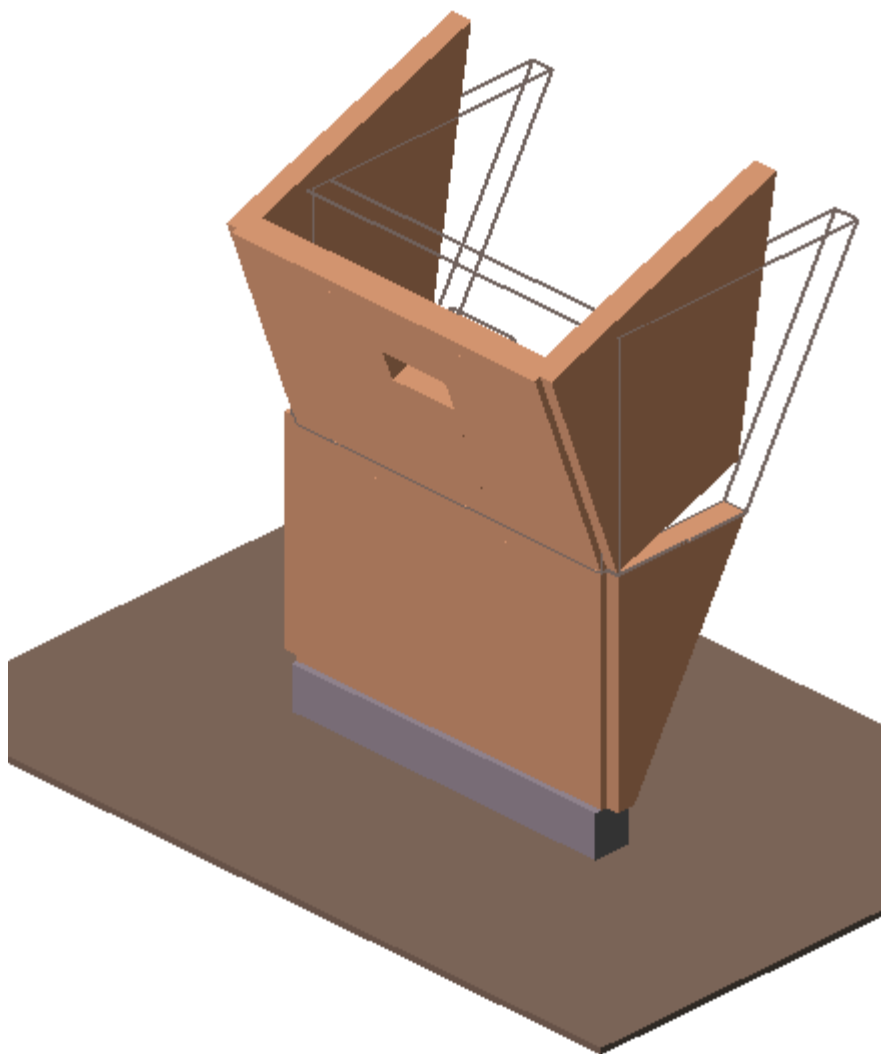
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

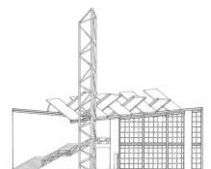
Risultati Meccanismi Locali tramite Analisi Cinematica Lineare e/o Analisi Cinematica Non Lineare:

Cinematismo n° 1: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	3,50 [m]	
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $Y_{(z)}$:		0,500 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	612,487 [kN*m]	
Momento Stabilizzante M_{st} :	284,342 [kN*m]	
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,464 [-]	
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo α_0^* :		0,359 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	30,618 [kN/g]	
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,957 [-]	

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD



Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,107 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,196 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,297 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV ($a_{g,SLV} S$)/ q_{SLV} : 0,104 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,155 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,290 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,431 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

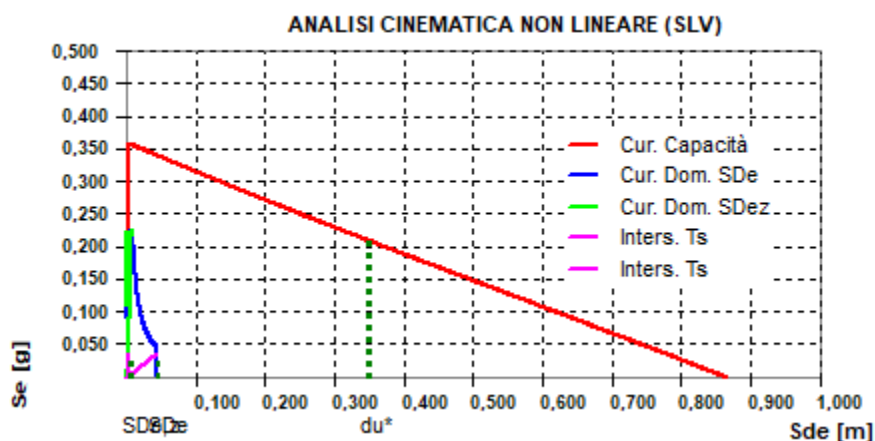
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,107 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,196 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,297 [-]

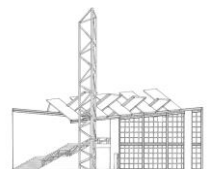
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 2,161 [sec]
 Spostamento spettrale d_u^* : 0,346 [m]
 Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,042 [m]
 Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: 0,010 [m]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,122 [-]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: 0,030 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

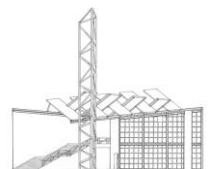




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

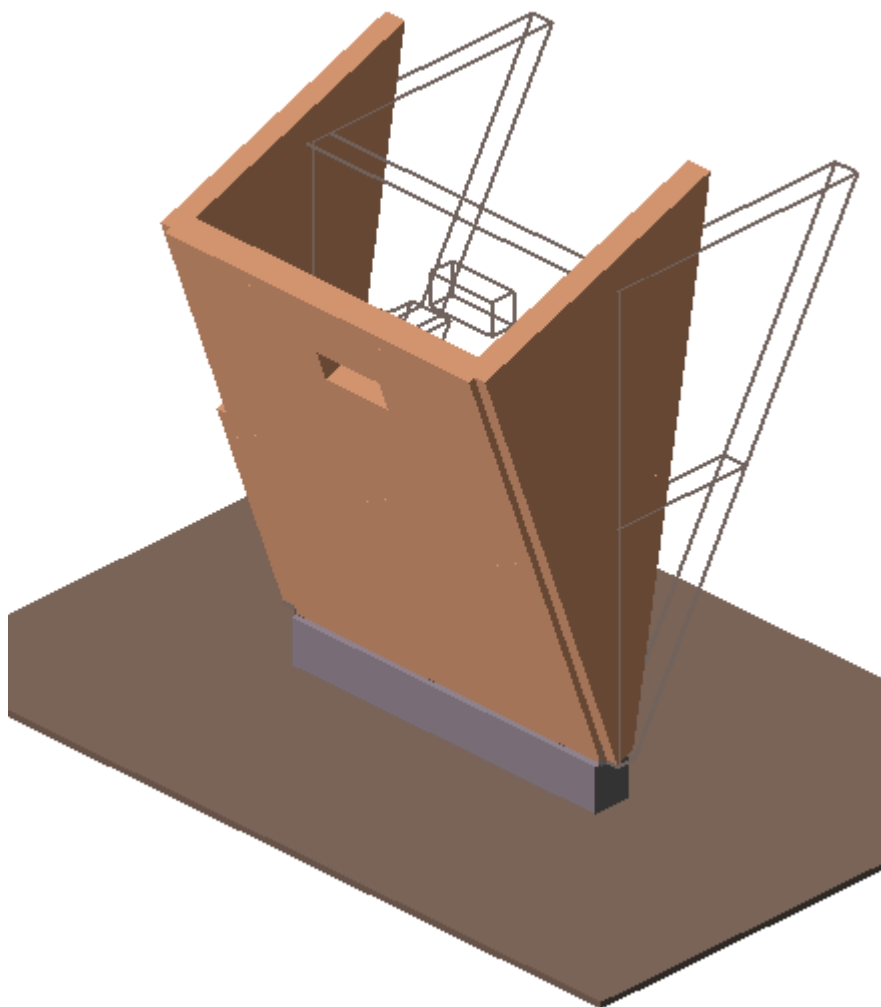


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

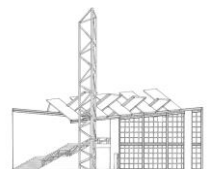
Cinematismo n° 2: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota zero



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]	
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:		0,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	2248,978 [kN*m]	
Momento Stabilizzante M_{st} :	294,190 [kN*m]	
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,131 [-]	
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo α_0^* :		0,114 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	48,810 [kN/g]	
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,847 [-]	

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]	
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:		0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:		Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,616 [-]	
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	Non Richiesto	



Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,104 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,912 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

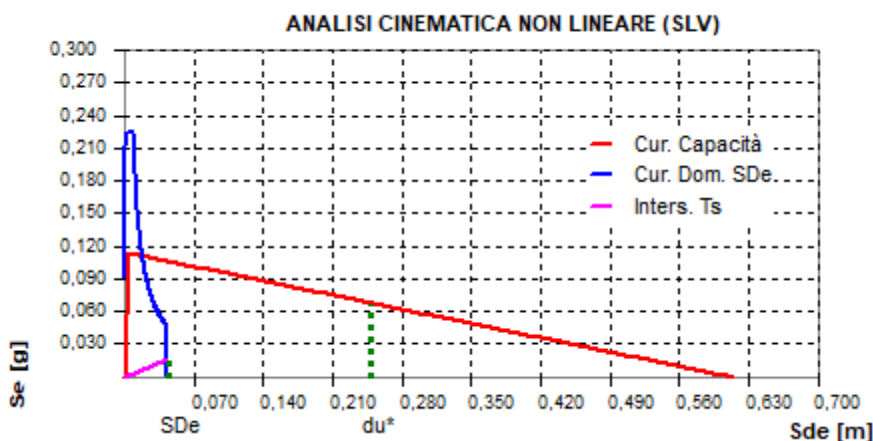
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,616 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

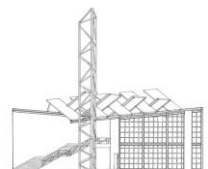
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

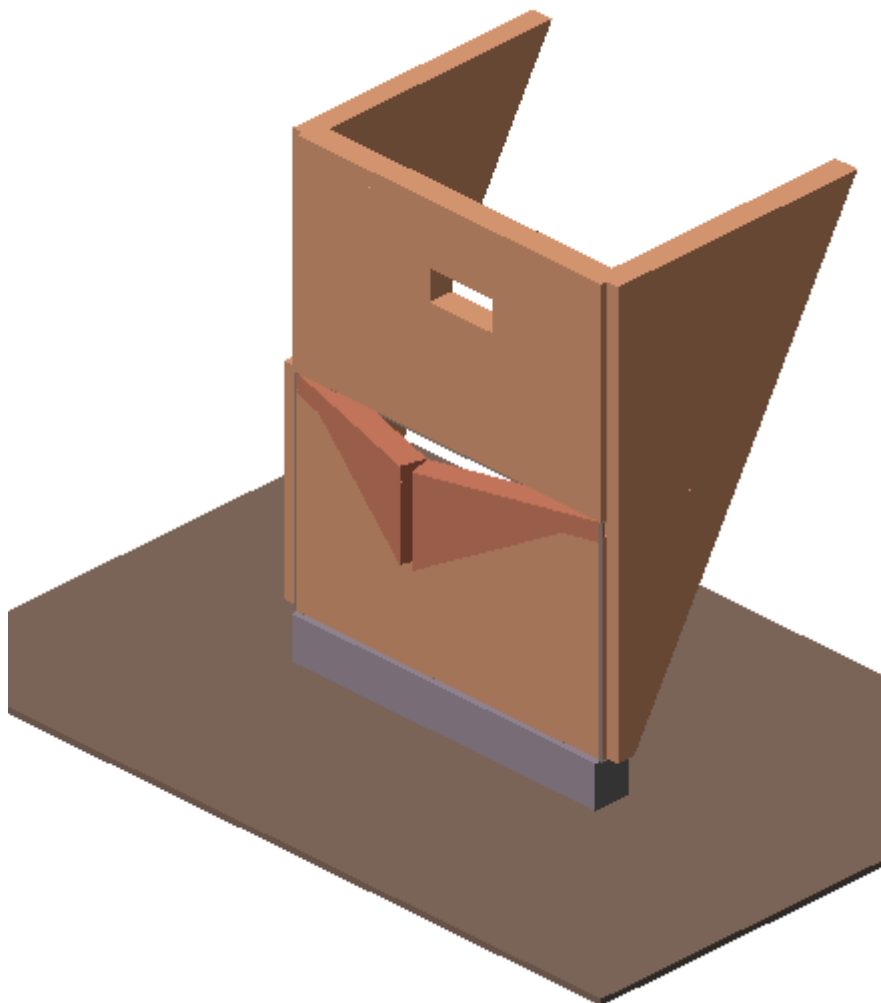
Periodo secante T_s : 3,207 [sec]
Spostamento spettrale du^* : 0,247 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,042 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,171 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO





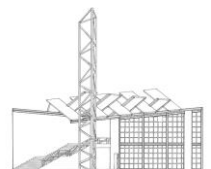
Cinematismo n° 3: Espulsione Flessionale Orizzontale a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]	
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $Y_{(z)}$:		0,293 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	98,665 [kN*m]	
Momento Stabilizzante M_{st} :	1,502 [kN*m]	
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,015 [-]	
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo α_0^* :		0,012 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	6,161 [kN/g]	
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,980 [-]	

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]	
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:		0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:		0,062 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	6,133 [-]	
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	5,431 [-]	



Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: **NON VERIFICATO**

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: **NON VERIFICATO**

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV ($a_{g,SLV} S$)/ q_{SLV} : 0,104 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,091 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 9,075 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 7,888 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: **NON VERIFICATO**

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: **NON VERIFICATO**

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,062 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 6,133 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 5,431 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: **NON VERIFICATO**

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: **NON VERIFICATO**

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 6,213 [sec]

Spostamento spettrale d_u^* : 0,094 [m]

Domanda di spostamento a quota zero del cinematisismo $d_{SLV,z}$: 0,042 [m]

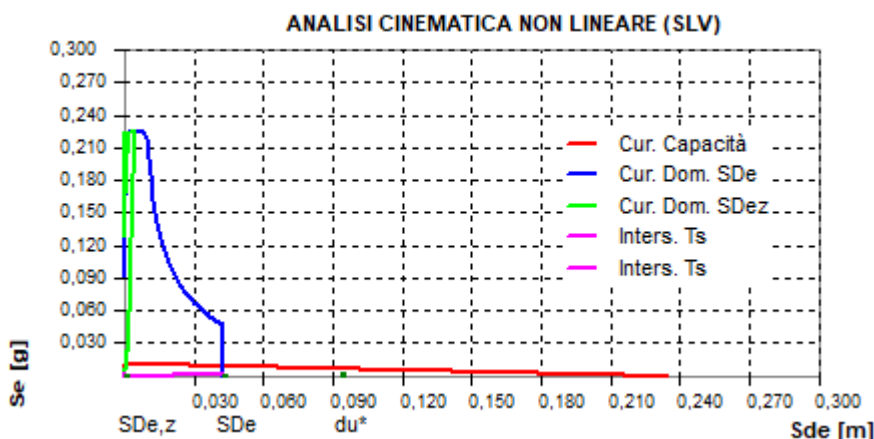
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisismo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta

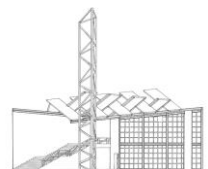
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,451 [-]

Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: **VERIFICATO**

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: **NON RICHIESTO**





STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

9.4. Parete ovest - post operam

Geometria delle pareti:

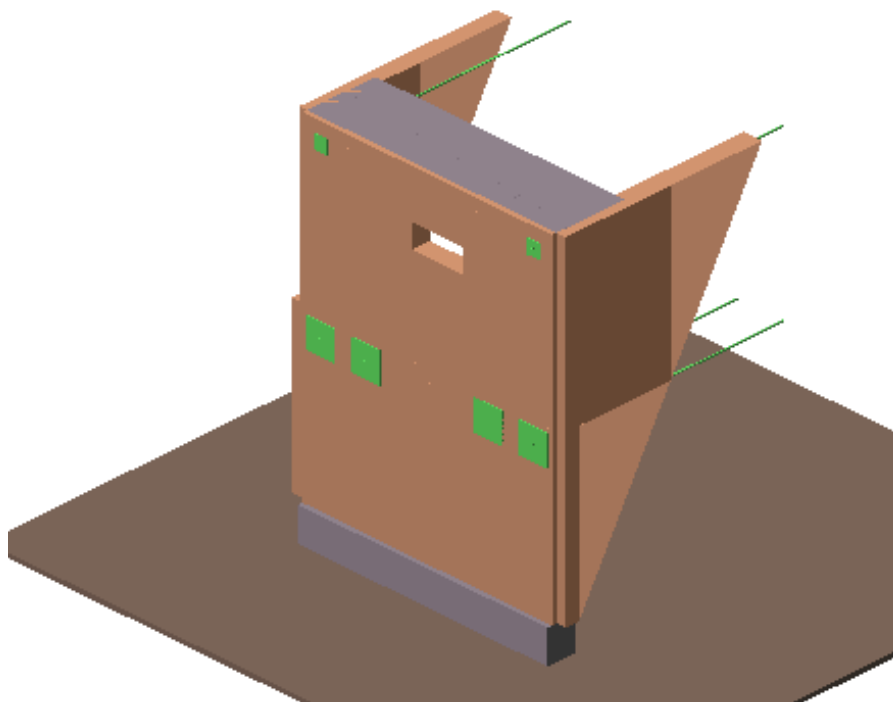
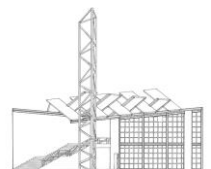


Figura: 2 - Modello 3D della parete



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

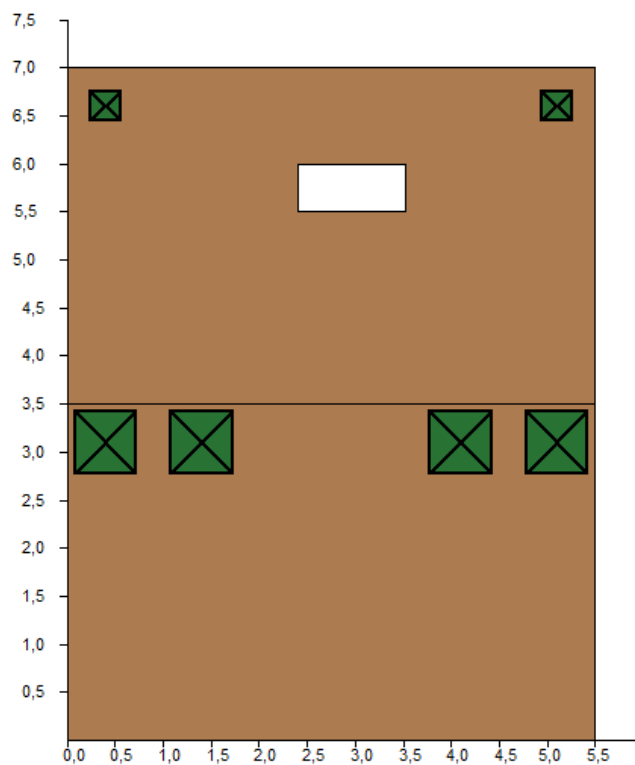


Figura: 3 - Prospetto della parete

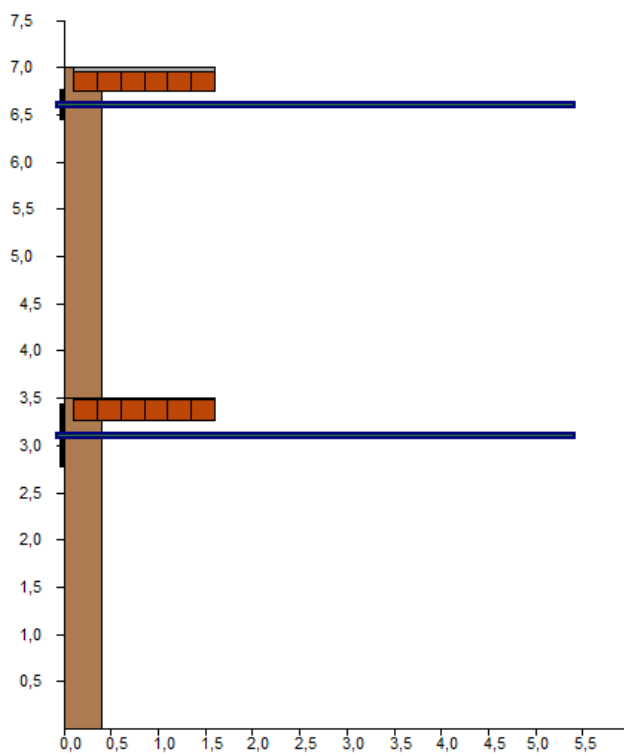


Figura: 4 - Sezione della parete

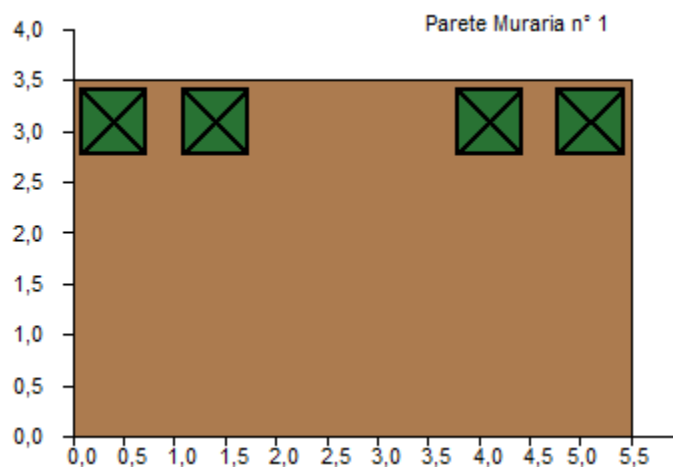
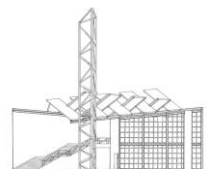


Figura: 5 - Prospetto della parete n° 1

Altezza della parete n° 1: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 1: 5,50 [m]
 Spessore della parete n° 1: 0,40 [m]
 Rientro della parete n° 1: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 1: 146,30 [kN]

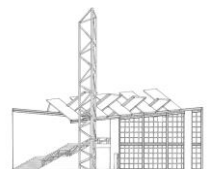
Caratteristiche dei tiranti:

Tirante n° 1: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
 Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
 Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
 Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
 Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
 Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
 Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
 Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
 Base del Capochiave: 635,00 [mm]
 Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
 Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
 Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
 Posizione Orizzontale del Tirante: 0,40 [m]

Tirante n° 2: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
 Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
 Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
 Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
 Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
 Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
 Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
 Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
 Base del Capochiave: 635,00 [mm]
 Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
 Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
 Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]



Posizione Orizzontale del Tirante: 5,10 [m]

Tirante n° 3: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 635,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 1,40 [m]

Tirante n° 4: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 635,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 4,10 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: $30,00$ [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,70 [m]

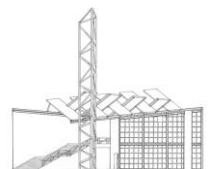
Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 5,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: $30,00$ [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,40 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

residenziale Civile Abitazione

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: $0,50$ [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: $2,00$ [kN/mq]



j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,30 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 2,00 [kN/mq]
 i_s : semi-lunghezza del solaio: 1,50 [m]
 e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 3,10 [kN/mq]
 p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 3,10 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 1

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)
 Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
 Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
 Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
 Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
 Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
 Peso specifico g : 1,90E+01 [kN/mc]
 Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
 Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]
 Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

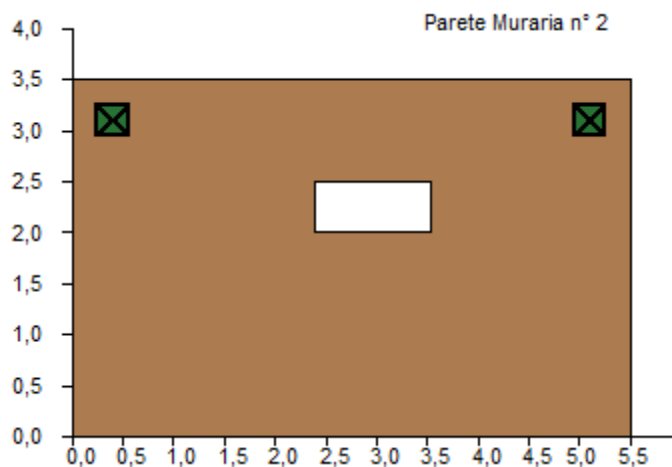
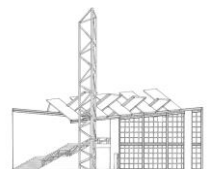


Figura: 6 - Prospetto della parete n° 2

Altezza della parete n° 2: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 2: 5,50 [m]
 Spessore della parete n° 2: 0,40 [m]
 Rientro della parete n° 2: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 2: 142,01 [kN]
 Caratteristiche delle Aperture:
 Apertura n° 1: Apertura Generica
 Altezza dell'apertura: 0,50 [m]



Base dell'apertura: 1,13 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 2,00 [m]
Posizione dell'apertura: 2,40 [m]

Caratteristiche dei tiranti:

Tirante n° 1: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 304,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 0,40 [m]

Tirante n° 2: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 304,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 5,10 [m]

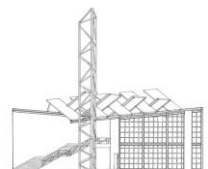
Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: $30,00$ [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,35 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 5,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: $30,00$ [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,40 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:



Copertura Neve

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio:	0,50 [kN/mq]
G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio:	2,00 [kN/mq]
j_2 coefficiente carico variabile del solaio:	0,00 [-]
Q_k carico variabile del solaio:	1,46 [kN/mq]
i_s : semi-lunghezza del solaio:	1,50 [m]
e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio:	0,05 [m]
p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]
p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 2

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo:	6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo:	1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione:	1,00E+03 [kN/mq]
Resistenza massima a compressione:	2,00E+03 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio:	1,80E+01 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio:	3,20E+01 [kN/mq]
Resistenza media a compressione:	1,50E+03 [kN/mq]
Resistenza media a taglio:	2,50E+01 [kN/mq]
Peso specifico g :	1,90E+01 [kN/mc]
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a:	1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} :	3,00 [-]
Resistenza di calcolo a compressione:	246,9136 [kN/mq]
Resistenza di calcolo a taglio:	4,4444 [kN/mq]

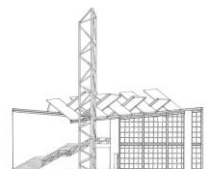
Progetto dei Tiranti

Tirante Par.1 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	7,35 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	7,36 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	99,56 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	635,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,27 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,07 [-]

Tirante Par.1 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	7,35 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	7,36 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	99,56 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	635,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,27 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]



Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:..... 0,07 [-]

Tirante Par.1 Tir.3: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :..... 7,35 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:..... 27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:..... 7,36 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:..... 99,56 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :..... 635,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :..... 12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:..... 0,27 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:..... 1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:..... 0,07 [-]

Tirante Par.1 Tir.4: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :..... 7,35 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:..... 27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:..... 7,36 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:..... 99,56 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :..... 635,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :..... 12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:..... 0,27 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:..... 1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:..... 0,07 [-]

Tirante Par.2 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :..... 5,00 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:..... 27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:..... 5,01 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:..... 22,82 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :..... 304,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :..... 12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:..... 0,18 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:..... 1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:..... 0,22 [-]

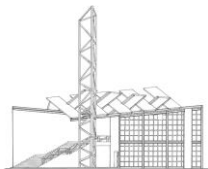
Tirante Par.2 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :..... 5,00 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:..... 27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:..... 5,01 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:..... 22,82 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :..... 304,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :..... 12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:..... 0,18 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:..... 1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:..... 0,22 [-]

Verifiche sui Capo chiave

Tirante Par.1 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 550,26 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 3,68 [kN]



Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0801 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0012 [-]

Tirante Par.1 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 550,26 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 3,68 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0801 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0012 [-]

Tirante Par.1 Tir.3: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 550,26 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 3,68 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0801 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0012 [-]

Tirante Par.1 Tir.4: Tirante Circolare da Progettare

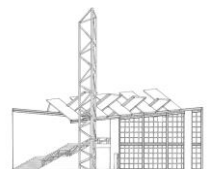
Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 550,26 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 3,68 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0801 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0012 [-]

Tirante Par.2 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 179,13 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 2,50 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0337 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0014 [-]

Tirante Par.2 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 179,13 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 2,50 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0337 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0014 [-]



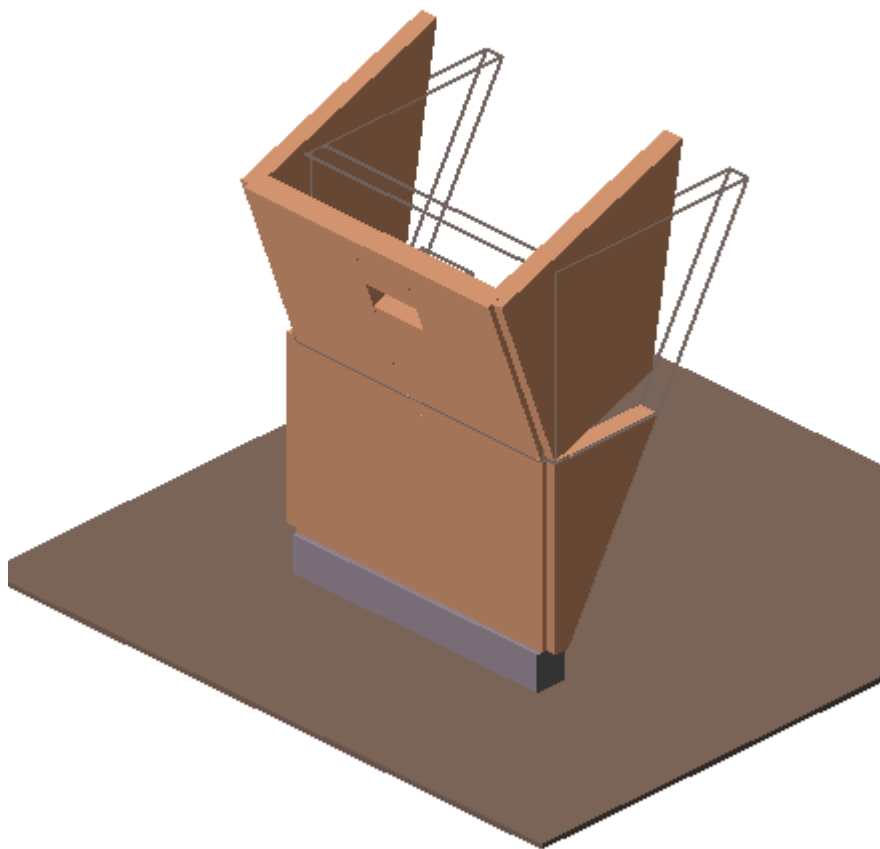
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475

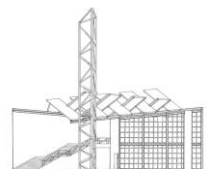
Risultati Meccanismi Locali tramite Analisi Cinematica Lineare e/o Analisi Cinematica Non Lineare:

Cinematismo n° 1: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	3,50 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,500 [-]
Momento Ribaltante M_{arib} :	612,487 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{ust} :	315,380 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,515 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,399 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	30,618 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,957 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD



Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,107 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,177 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	0,268 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$:	0,089 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$:	0,128 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$:	0,192 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLV:	0,320 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV:	0,483 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

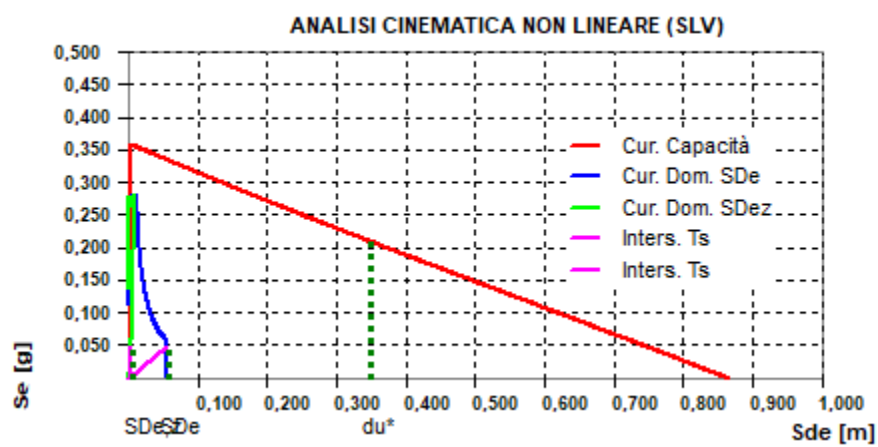
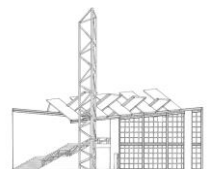
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,107 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,177 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	0,268 [-]

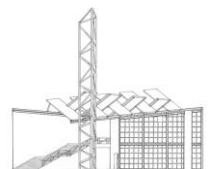
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

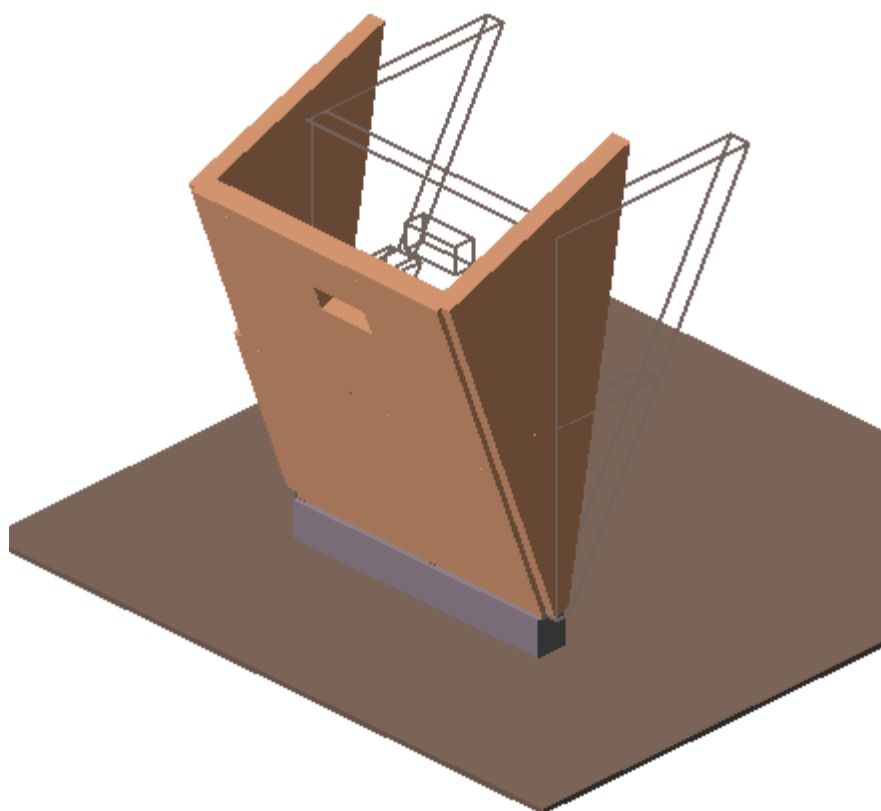
Periodo secante T_s :	2,161 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* :	0,346 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$:	0,055 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$:	0,013 [m]
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero:	0,160 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione:	0,037 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV:	VERIFICATO





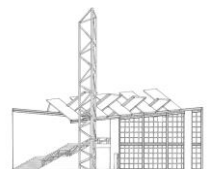
Cinematismo n° 2: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota zero



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	2228,766 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	453,188 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,203 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,178 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	48,261 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,846 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	Non Richiesto



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,396 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,089 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,128 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,717 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

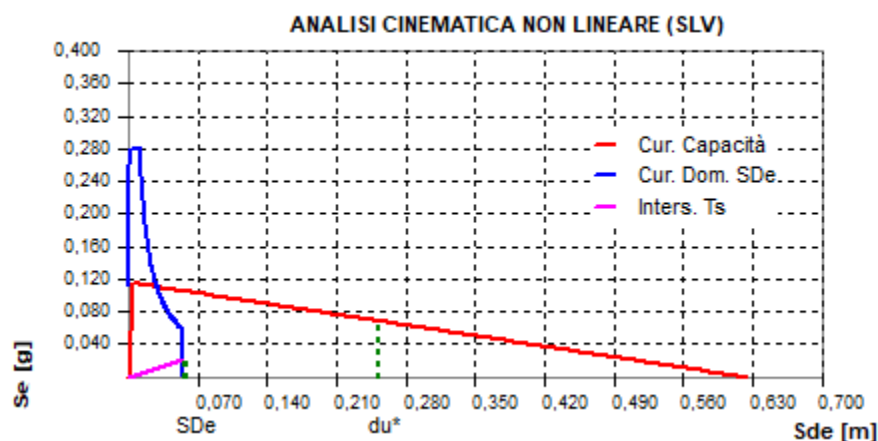
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,396 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

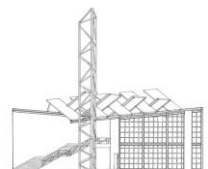
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 3,191 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* : 0,249 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisismo $d_{SLV,z}$: 0,055 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisismo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,221 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

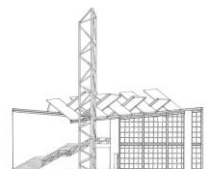




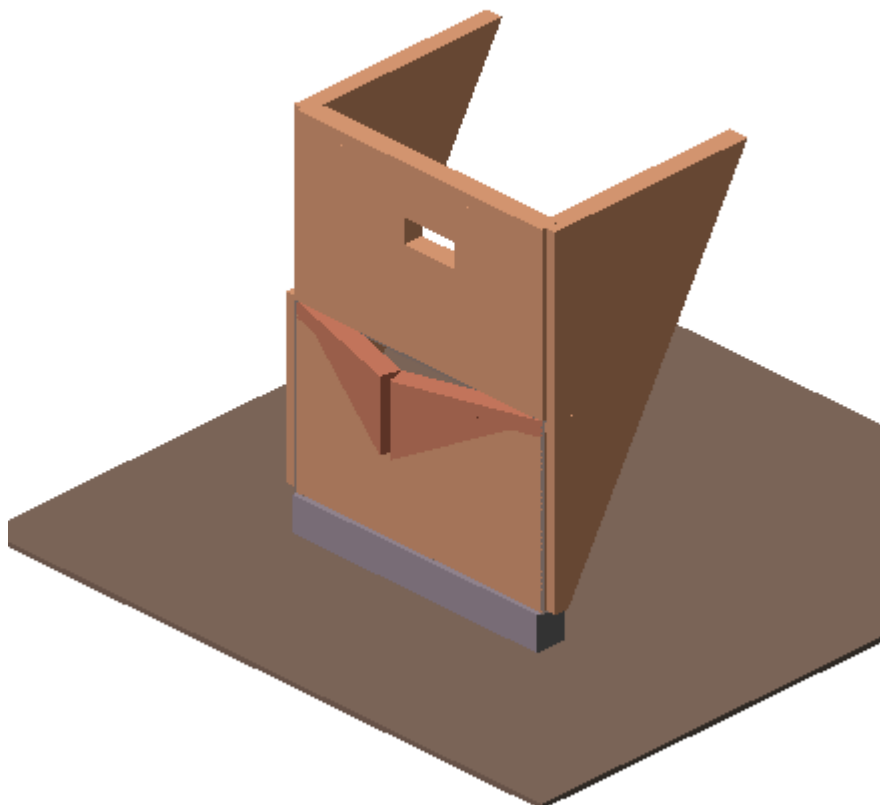
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



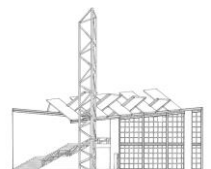
Cinematismo n° 3: Espulsione Flessionale Orizzontale a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,293 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	90,725 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	17,430 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,192 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,145 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	5,588 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,981 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,062 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,486 [-]



Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,430 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,089 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,128 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,113 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,880 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,776 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,062 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,486 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,430 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 6,001 [sec]

Spostamento spettrale d_u^* : 0,095 [m]

Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,055 [m]

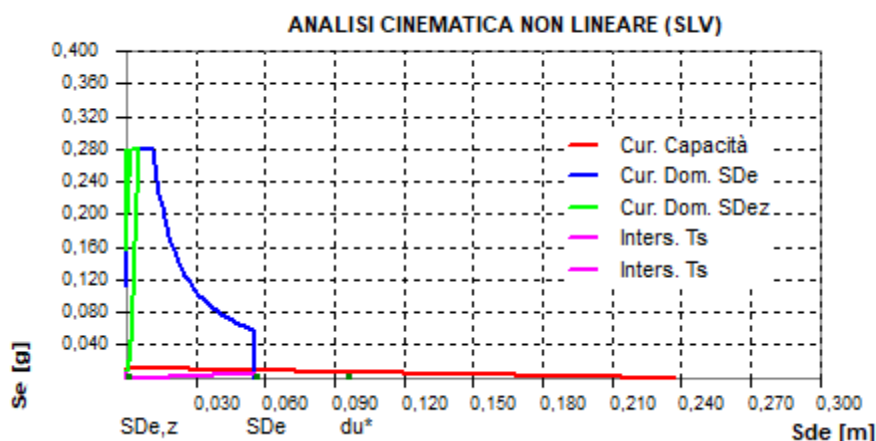
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta

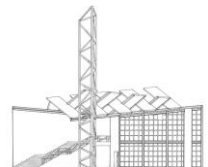
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,580 [-]

Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

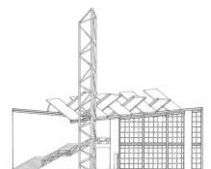




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475

9.5. Parete est - ante operam

Geometria delle pareti:

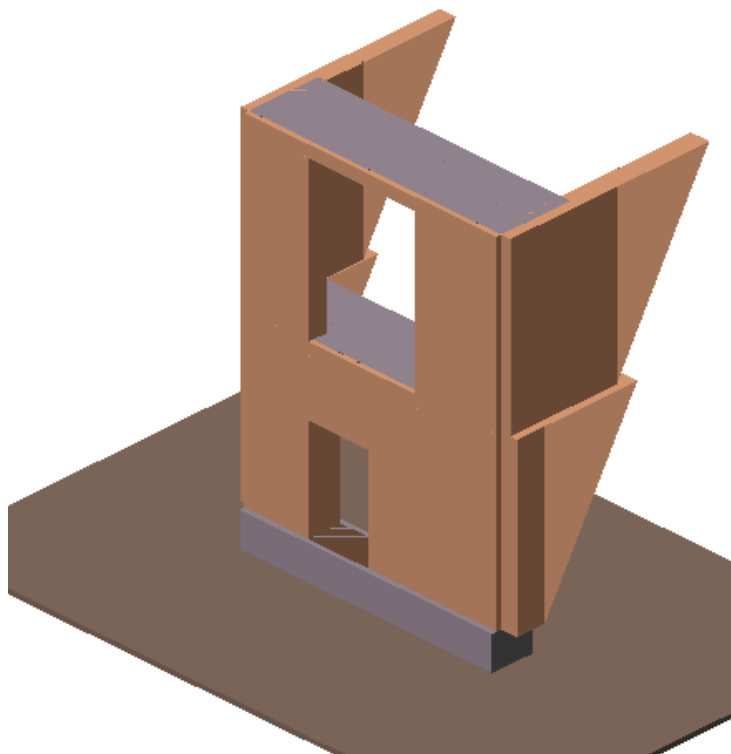
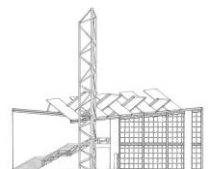


Figura: 2 - Modello 3D della parete



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



Figura: 3 - Prospetto della parete

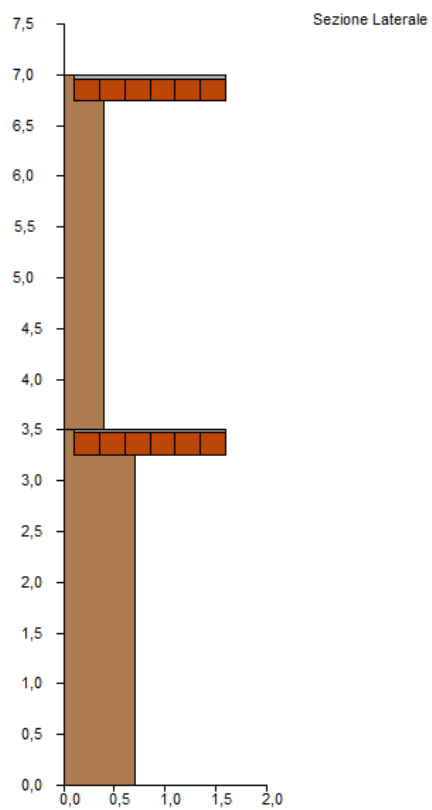


Figura: 4 - Sezione della parete

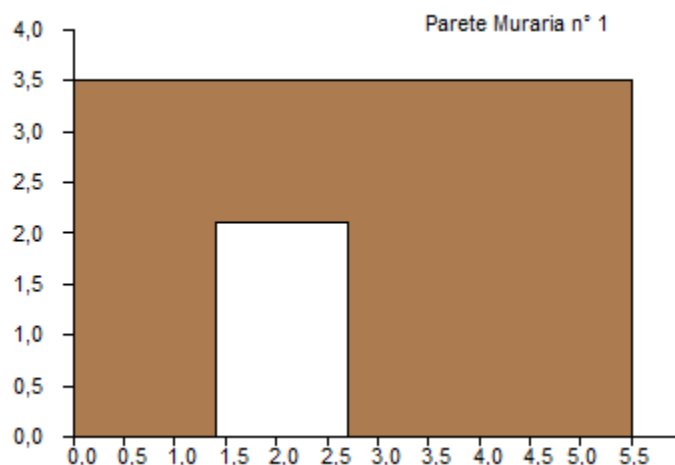
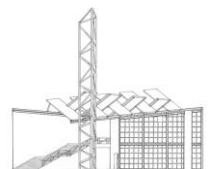


Figura: 5 - Prospetto della parete n° 1

Altezza della parete n° 1: 3,50 [m]
Larghezza della parete n° 1: 5,50 [m]
Spessore della parete n° 1: 0,70 [m]
Rientro della parete n° 1: 0,00 [m]
Peso della parete n° 1: 219,72 [kN]

Caratteristiche delle Aperture:

Apertura n° 1: Apertura Generica

Altezza dell'apertura: 2,10 [m]
Base dell'apertura: 1,30 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 0,00 [m]
Posizione dell'apertura: 1,40 [m]

Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammassamento: 0,40 [m]

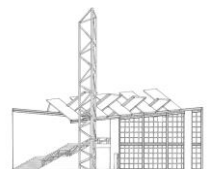
Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 5,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammassamento: 0,70 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

residenziale Civile Abitazione

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,70 [kN/mq]
 j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,30 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 2,00 [kN/mq]
 i_s : semi-lunghezza del solaio: 1,50 [m]
 e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]



p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 1

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]

Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]

Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]

Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]

Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]

Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]

Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]

Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]

Peso specifico γ : 1,90E+01 [kN/mc]

Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]

Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]

Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

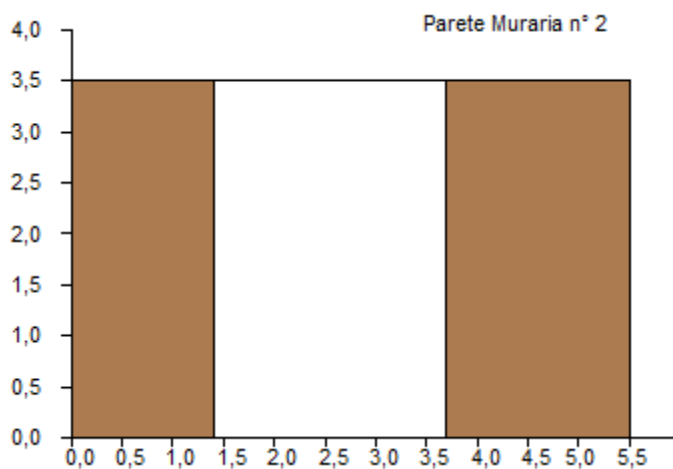


Figura: 6 - Prospetto della parete n° 2

Altezza della parete n° 2: 3,50 [m]

Larghezza della parete n° 2: 5,50 [m]

Spessore della parete n° 2: 0,40 [m]

Rientro della parete n° 2: 0,00 [m]

Peso della parete n° 2: 85,12 [kN]

Caratteristiche delle Aperture:

Apertura n° 1: Apertura Generica

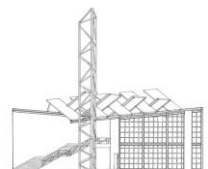
Altezza dell'apertura: 3,50 [m]

Base dell'apertura: 2,30 [m]

Altezza inferiore dell'apertura: 0,00 [m]

Posizione dell'apertura: 1,40 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:



Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,35 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 5,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,40 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

Copertura Neve

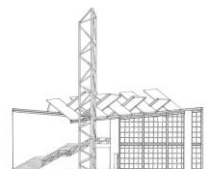
G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,00 [kN/mq]
 j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,00 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 1,46 [kN/mq]
is: semi-lunghezza del solaio: 1,50 [m]
es: eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 2,50 [kN/mq]
 p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 2

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

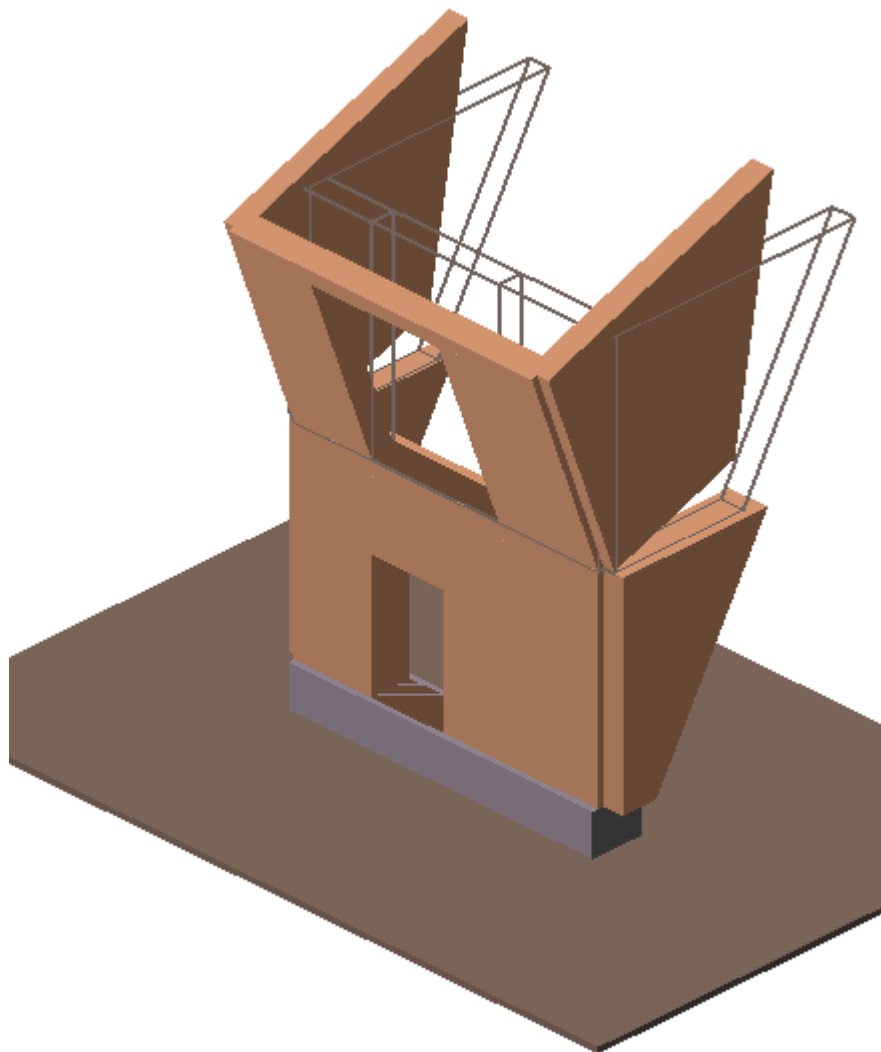
Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]
Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
Peso specifico g : 1,90E+01 [kN/mc]
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]
Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]



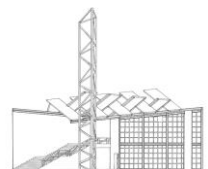
Risultati Meccanismi Locali tramite Analisi Cinematica Lineare e/o Analisi Cinematica Non Lineare:

Cinematismo n° 1: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	3,50 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,500 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	515,083 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	288,873 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,561 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,435 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	24,999 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,954 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD



Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,107 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,162 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	0,245 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$:	0,097 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$:	0,139 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$:	0,212 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLV:	0,320 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV:	0,486 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

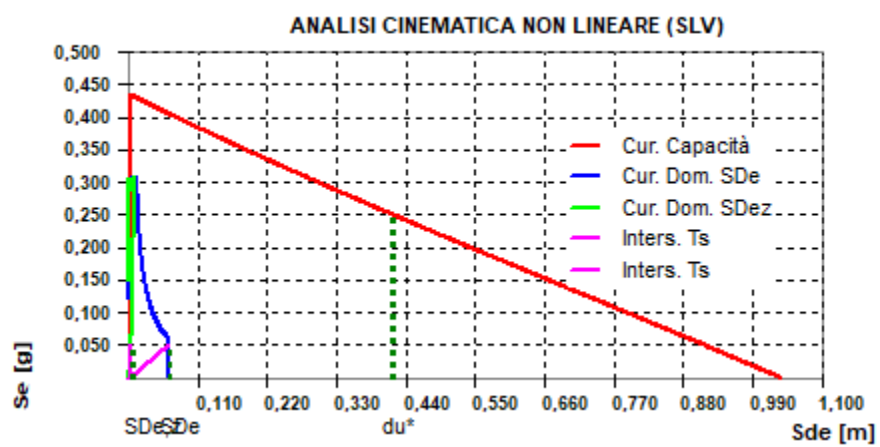
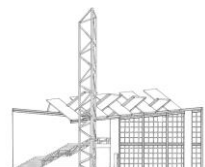
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,107 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,162 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	0,245 [-]

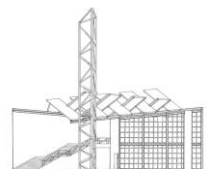
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

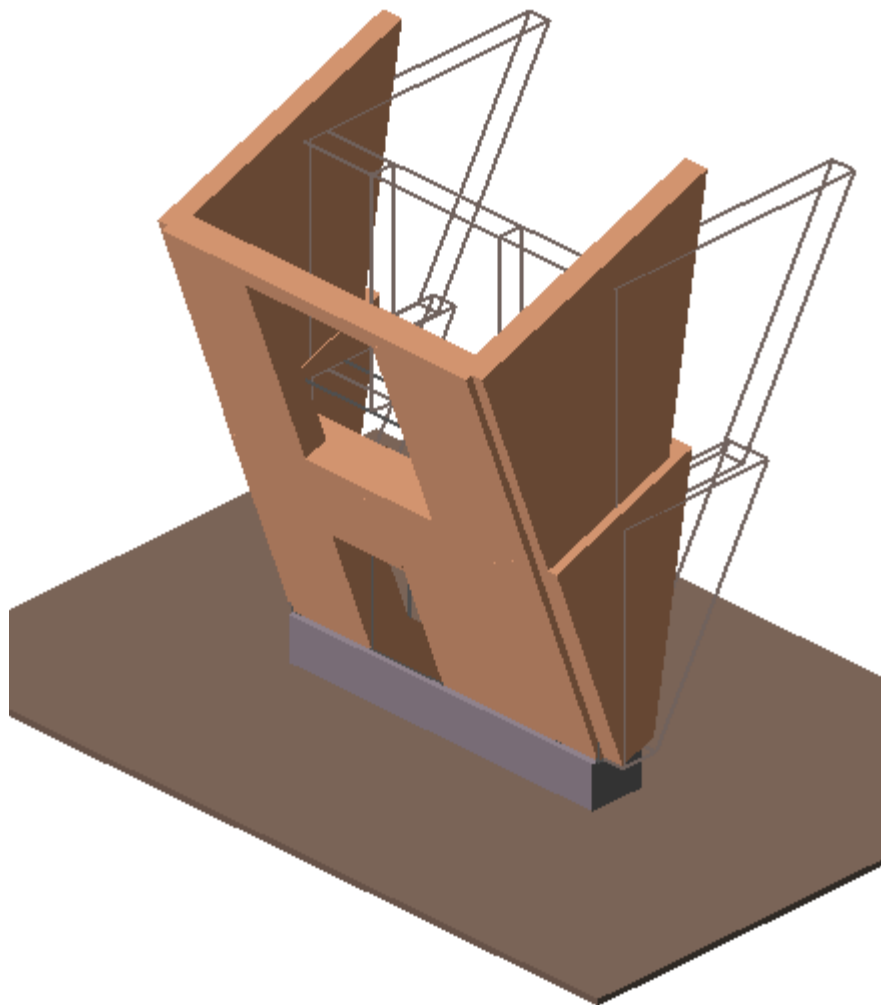
Periodo secante T_s :	2,162 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* :	0,415 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$:	0,062 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$:	0,014 [m]
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero:	0,149 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione:	0,034 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV:	VERIFICATO





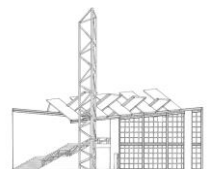
Cinematismo n° 2: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota zero



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	2106,368 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	348,275 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,165 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo α_0^* :	0,150 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	48,414 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,816 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	Non Richiesto



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,470 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,097 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,139 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,929 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

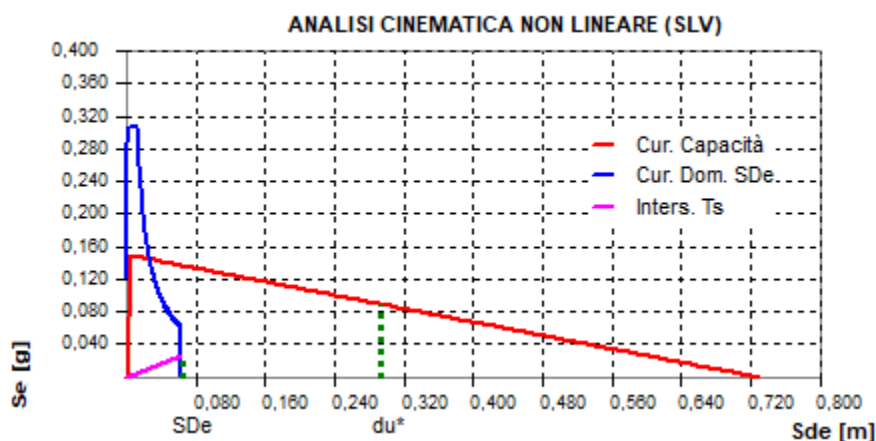
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: Non Richiesto
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,470 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

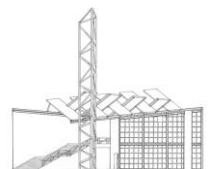
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 3,038 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* : 0,291 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisismo $d_{SLV,z}$: 0,062 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisismo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,212 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

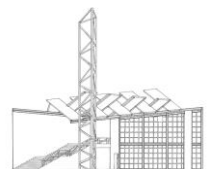




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

9.6. Parete est - post operam

Geometria delle pareti:

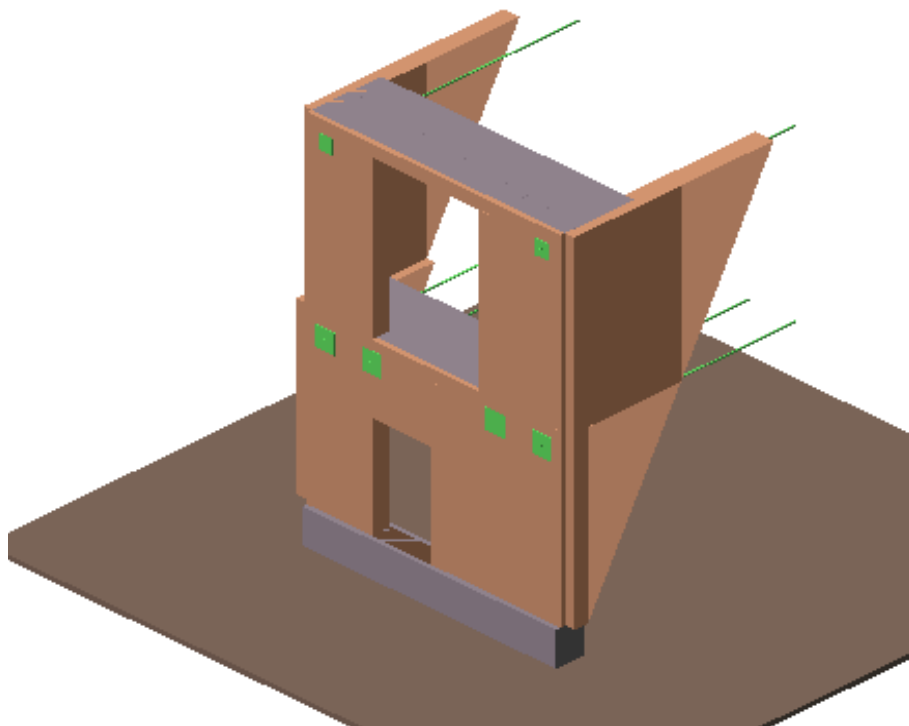
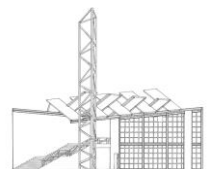


Figura: 2 - Modello 3D della parete



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475

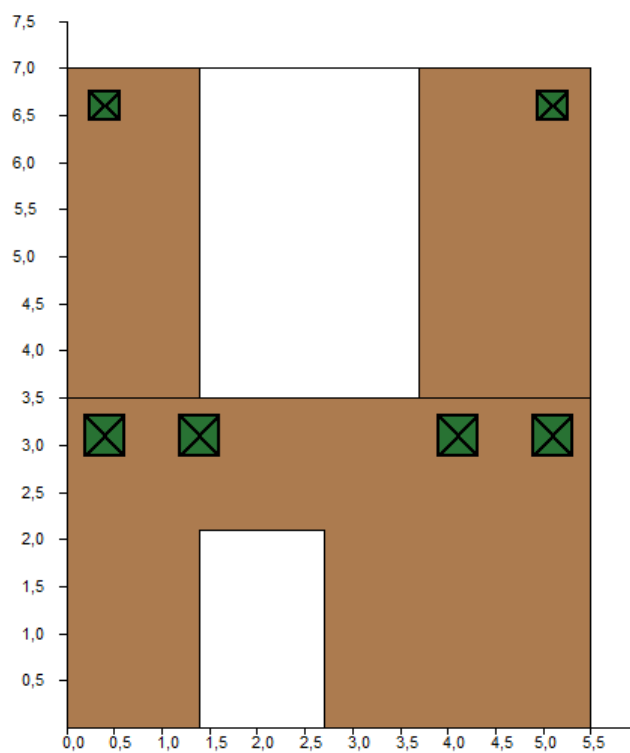


Figura: 3 - Prospetto della parete

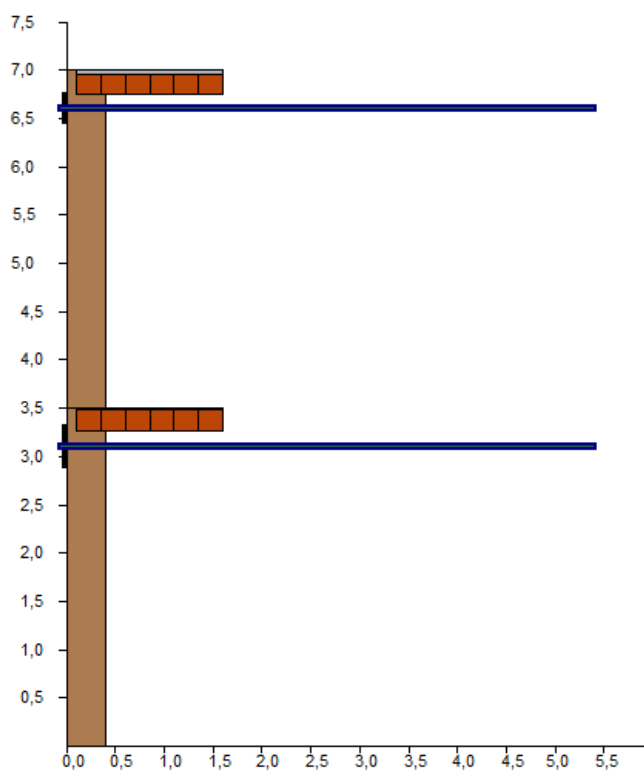


Figura: 4 - Sezione della parete

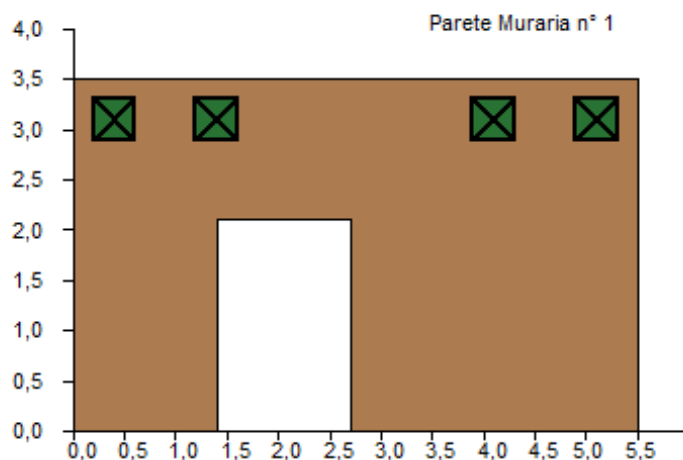
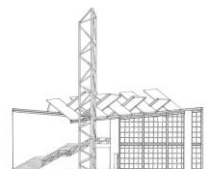


Figura: 5 - Prospetto della parete n° 1

Altezza della parete n° 1: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 1: 5,50 [m]
 Spessore della parete n° 1: 0,40 [m]
 Rientro della parete n° 1: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 1: 125,55 [kN]

Caratteristiche delle Aperture:

Apertura n° 1: Apertura Generica

Altezza dell'apertura: 2,10 [m]
 Base dell'apertura: 1,30 [m]
 Altezza inferiore dell'apertura: 0,00 [m]
 Posizione dell'apertura: 1,40 [m]

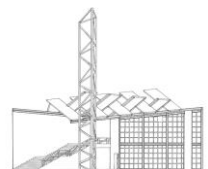
Caratteristiche dei tiranti:

Tirante n° 1: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
 Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
 Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
 Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
 Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
 Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
 Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
 Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
 Base del Capochiave: 411,00 [mm]
 Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
 Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
 Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
 Posizione Orizzontale del Tirante: 0,40 [m]

Tirante n° 2: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
 Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
 Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
 Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
 Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
 Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]



Deformazione ultima del Tirante: 2,50E-02 [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 411,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 5,10 [m]

Tirante n° 3: Tirante Circolare da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: 2,10E+08 [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : 2,40E+05 [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: 2,50E-02 [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 411,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 1,40 [m]

Tirante n° 4: Tirante Circolare da Progettare

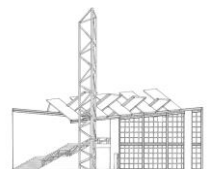
Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: 2,10E+08 [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : 2,40E+05 [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: 2,50E-02 [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 411,00 [mm]
Spessore della nervatura: 20,00 [mm]
Altezza della nervatura: 40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 4,10 [m]

Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammassamento: 0,70 [m]

Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 5,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]



Spessore della parete di Ammorsamento: 0,40 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

residenziale Civile Abitazione

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]

G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,00 [kN/mq]

j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,30 [-]

Q_k carico variabile del solaio: 2,00 [kN/mq]

i_s : semi-lunghezza del solaio: 1,50 [m]

e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]

p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 3,10 [kN/mq]

p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 3,10 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]

Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]

Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]

Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]

Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]

Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]

Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]

Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]

Peso specifico g : 1,90E+01 [kN/mc]

Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]

Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]

Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

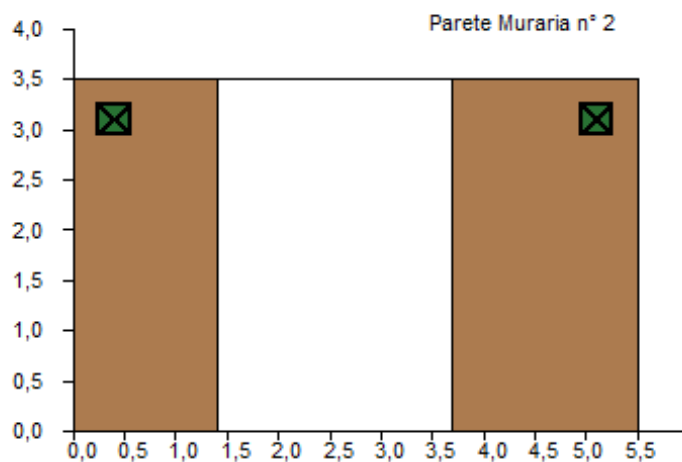
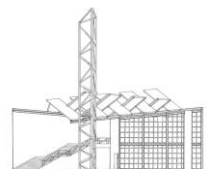


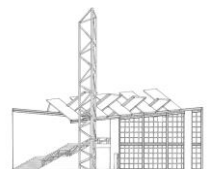
Figura: 6 - Prospetto della parete n° 2

Altezza della parete n° 2: 3,50 [m]

Larghezza della parete n° 2: 5,50 [m]



Spessore della parete n° 2:	0,40 [m]
Rientro della parete n° 2:	0,00 [m]
Peso della parete n° 2:	85,12 [kN]
Caratteristiche delle Aperture:	
Apertura n° 1: Apertura Generica	
Altezza dell'apertura:	3,50 [m]
Base dell'apertura:	2,30 [m]
Altezza inferiore dell'apertura:	0,00 [m]
Posizione dell'apertura:	1,40 [m]
Caratteristiche dei tiranti:	
Tirante n° 1: Tirante Circolare da Progettare	
Tipologia del Tirante:	Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante:	5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f :	12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante:	550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante:	2,10E+08 [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} :	2,40E+05 [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante:	2,50E-02 [-]
Spessore del Capochiave:	20,00 [mm]
Base del Capochiave:	304,00 [mm]
Spessore della nervatura:	20,00 [mm]
Altezza della nervatura:	40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante:	3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante:	0,40 [m]
Tirante n° 2: Tirante Circolare da Progettare	
Tipologia del Tirante:	Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante:	5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f :	12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante:	550,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante:	2,10E+08 [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} :	2,40E+05 [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante:	2,50E-02 [-]
Spessore del Capochiave:	20,00 [mm]
Base del Capochiave:	304,00 [mm]
Spessore della nervatura:	20,00 [mm]
Altezza della nervatura:	40,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante:	3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante:	5,10 [m]
Caratteristiche parete di ammorsamento:	
Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento:	0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento:	2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento:	4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento:	30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento:	0,35 [m]
Caratteristiche parete di ammorsamento:	
Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento:	5,50 [m]



Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento:	2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento:	4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento:	30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento:	0,40 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:**Copertura Neve**

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio:	0,50 [kN/mq]
G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio:	2,00 [kN/mq]
j_2 coefficiente carico variabile del solaio:	0,00 [-]
Q_k carico variabile del solaio:	1,46 [kN/mq]
i_s : semi-lunghezza del solaio:	1,50 [m]
e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio:	0,05 [m]
p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]
p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo:	6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo:	1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione:	1,00E+03 [kN/mq]
Resistenza massima a compressione:	2,00E+03 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio:	1,80E+01 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio:	3,20E+01 [kN/mq]
Resistenza media a compressione:	1,50E+03 [kN/mq]
Resistenza media a taglio:	2,50E+01 [kN/mq]
Peso specifico g :	1,90E+01 [kN/mc]
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a:	1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} :	3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]

Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

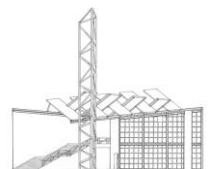
Progetto dei Tiranti

Tirante Par.1 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	41,71 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	411,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,21 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,14 [-]

Tirante Par.1 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,77 [kN]



Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	41,71 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	411,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,21 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,14 [-]

Tirante Par.1 Tir.3: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	41,71 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	411,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,21 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,14 [-]

Tirante Par.1 Tir.4: Tirante Circolare da Progettare

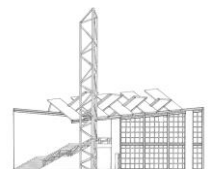
Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,77 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	41,71 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	411,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,21 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,14 [-]

Tirante Par.2 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,00 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,01 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	22,82 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	304,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,18 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,22 [-]

Tirante Par.2 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,00 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,01 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	22,82 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	304,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,18 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,22 [-]



Verifiche sui Capochiave

Tirante Par.1 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :	279,27 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :	2,88 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :	0,0479 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :	0,0013 [-]

Tirante Par.1 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :	279,27 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :	2,88 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :	0,0479 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :	0,0013 [-]

Tirante Par.1 Tir.3: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :	279,27 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :	2,88 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :	0,0479 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :	0,0013 [-]

Tirante Par.1 Tir.4: Tirante Circolare da Progettare

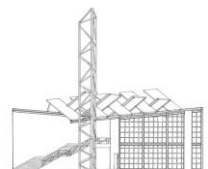
Momento flettente di calcolo M_{Ed} :	279,27 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :	2,88 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :	0,0479 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :	0,0013 [-]

Tirante Par.2 Tir.1: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :	179,13 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :	2,50 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :	0,0337 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :	0,0014 [-]

Tirante Par.2 Tir.2: Tirante Circolare da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :	179,13 [kN mm]
Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :	2,50 [kN]
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :	0,0337 [-]
Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :	0,0014 [-]



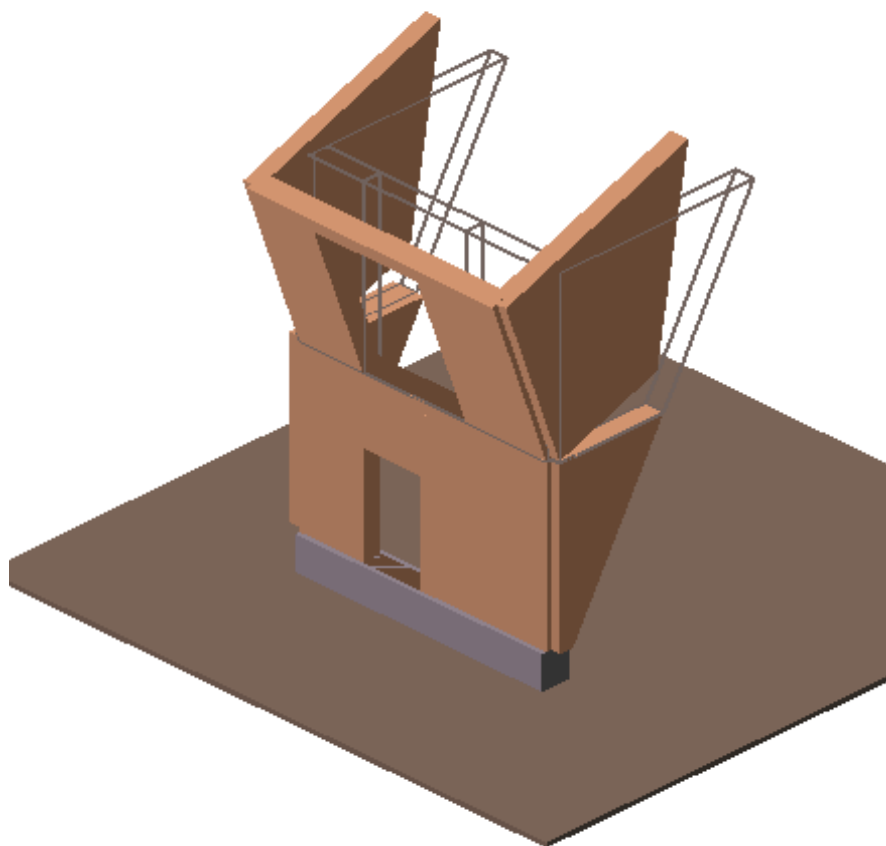
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

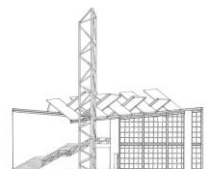
Risultati Meccanismi Locali tramite Analisi Cinematica Lineare e/o Analisi Cinematica Non Lineare:

Cinematismo n° 1: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	3,50 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:.....	0,500 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	515,083 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	319,912 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,621 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,482 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	24,999 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,954 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD



Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,107 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,146 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	0,221 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$:	0,105 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$:	0,151 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$:	0,231 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLV:	0,313 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV:	0,478 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

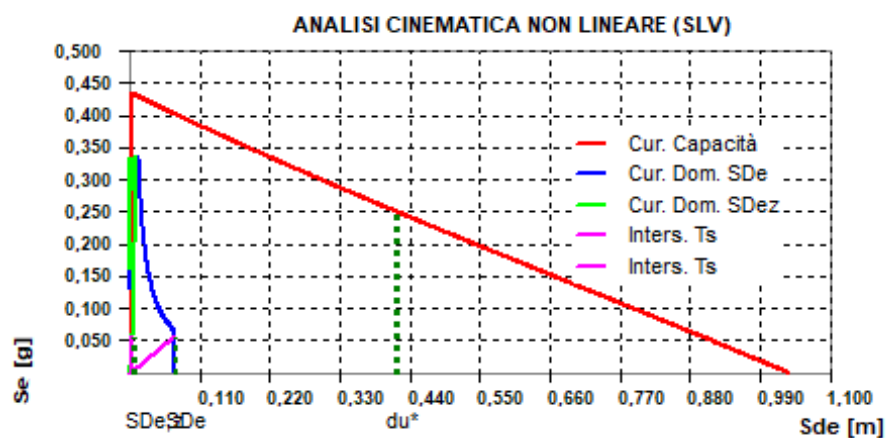
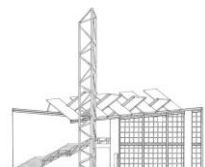
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,107 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,146 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD:	0,221 [-]

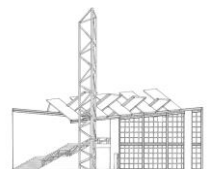
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD:	VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s :	2,162 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* :	0,415 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$:	0,069 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$:	0,015 [m]
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero:	0,166 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione:	0,037 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV:	VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV:	VERIFICATO



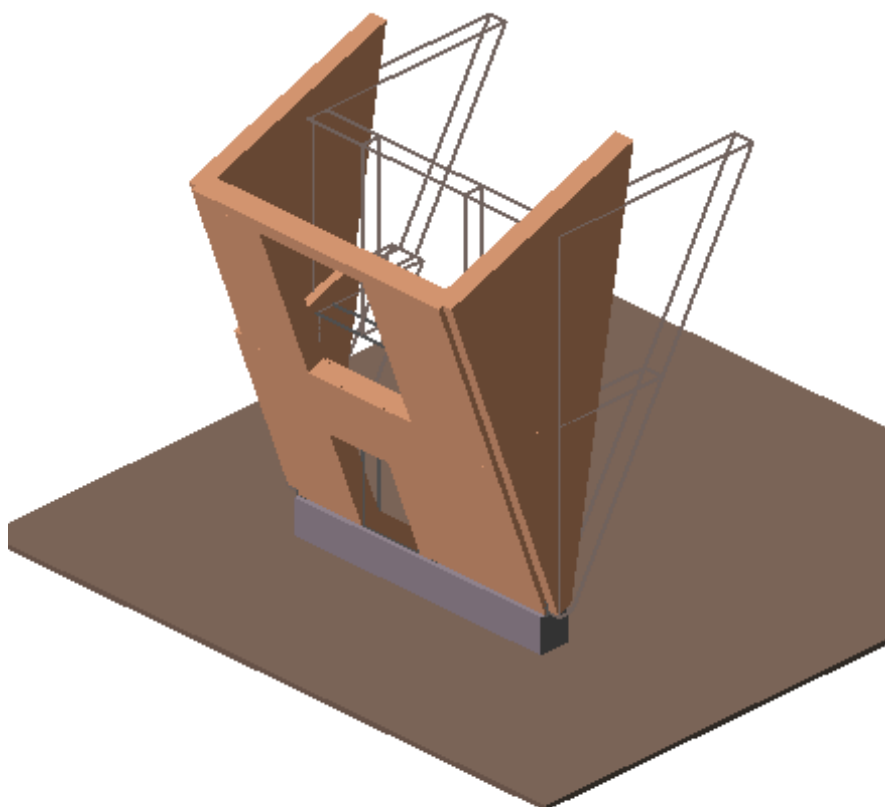


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

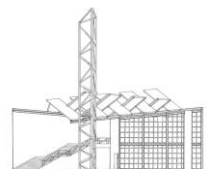
Cinematismo n° 2: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento una delle pareti ortogonali a quota zero



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	1910,476 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	457,262 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,239 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,209 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	41,604 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,846 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	Non Richiesto



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,337 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,105 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,151 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: Non Richiesto

Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,720 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLV: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: Non Richiesto

Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,337 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 3,180 [sec]

Spostamento spettrale d_u^* : 0,311 [m]

Domanda di spostamento a quota zero del cinematisismo $d_{SLV,z}$: 0,069 [m]

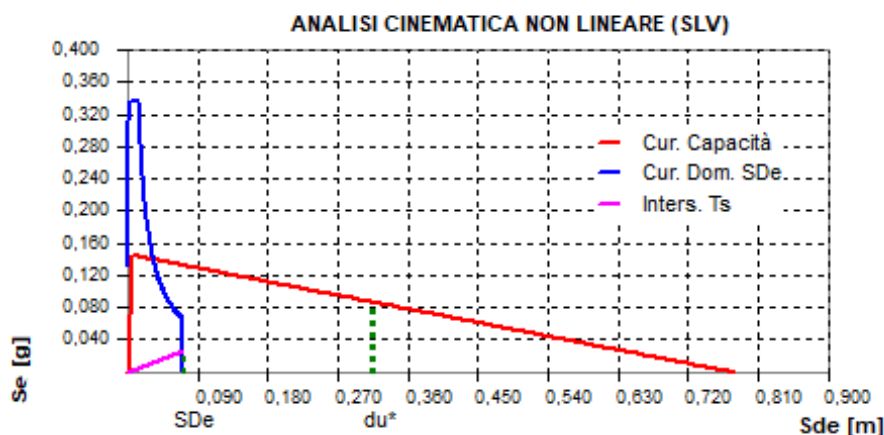
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisismo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta

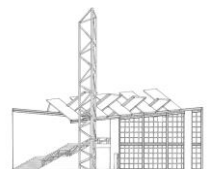
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,221 [-]

Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

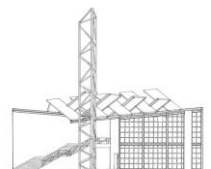




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

9.7. Parete nord - ante operam

Geometria delle pareti:

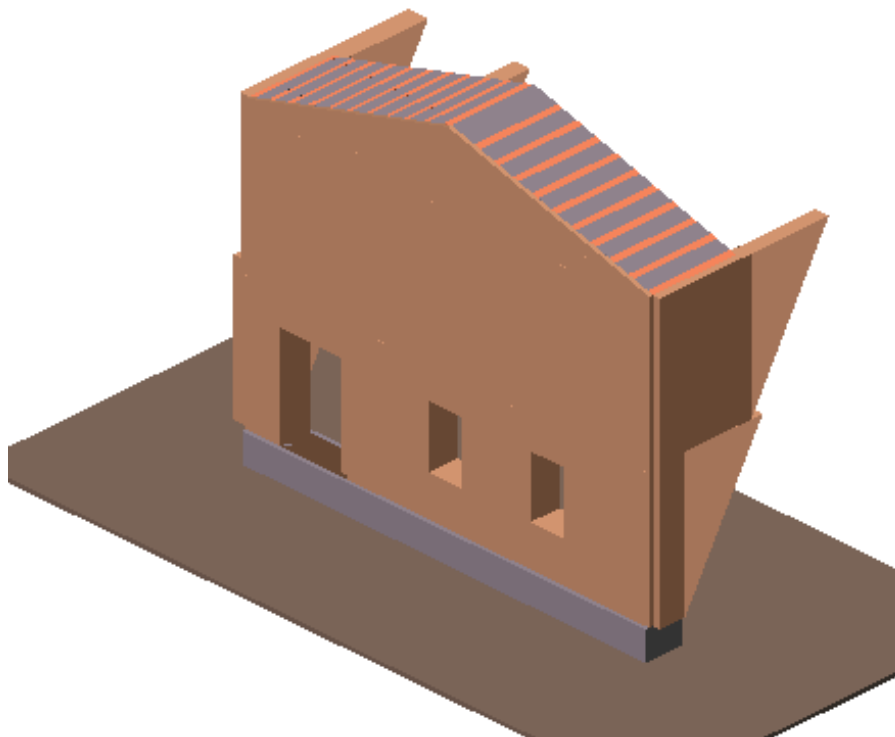
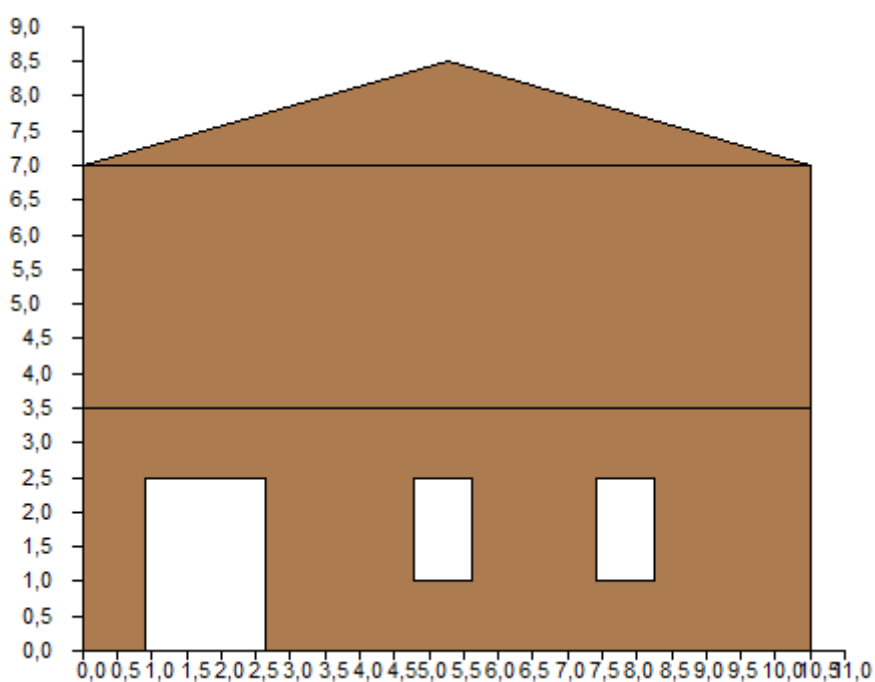


Figura: 2 - Modello 3D della parete



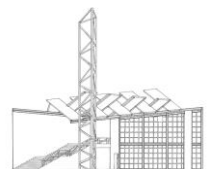


Figura: 3 - Prospetto della parete

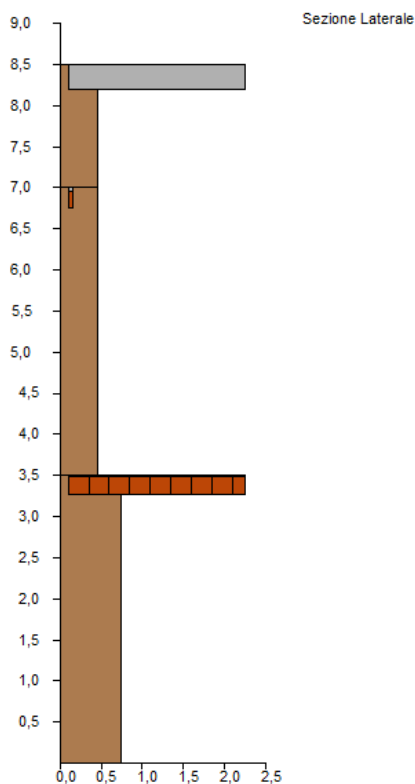


Figura: 4 - Sezione della parete

Parete Muraria n° 1

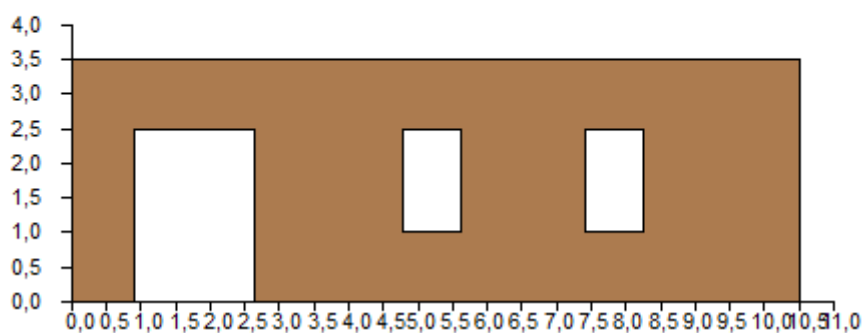
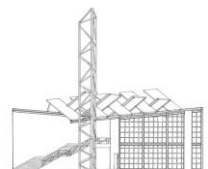


Figura: 5 - Prospetto della parete n° 1

Altezza della parete n° 1: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 1: 10,50 [m]
 Spessore della parete n° 1: 0,75 [m]
 Rientro della parete n° 1: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 1: 425,01 [kN]
 Caratteristiche delle Aperture:
 Apertura n° 1: porta ingresso
 Altezza dell'apertura: 2,50 [m]



Base dell'apertura: 1,75 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 0,00 [m]
Posizione dell'apertura: 0,90 [m]

Apertura n° 2: Apertura Generica

Altezza dell'apertura: 1,50 [m]
Base dell'apertura: 0,85 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 1,00 [m]
Posizione dell'apertura: 4,77 [m]

Apertura n° 3: Apertura Generica

Altezza dell'apertura: 1,50 [m]
Base dell'apertura: 0,85 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 1,00 [m]
Posizione dell'apertura: 7,40 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,85 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 2,70 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,70 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 10,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,35 [m]

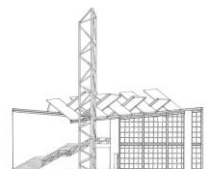
Descrizione Tipologia di Solaio:

residenziale Civile Abitazione

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,70 [kN/mq]
 j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,30 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 2,00 [kN/mq]
 i_s : semi-lunghezza del solaio: 2,15 [m]
 e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]
 p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 1

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)



Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
 Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
 Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
 Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
 Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
 Peso specifico γ : 1,90E+01 [kN/mc]
 Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
 Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche γ_{m2} : 3,00 [-]
 Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]
 Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

Parete Muraria n° 2

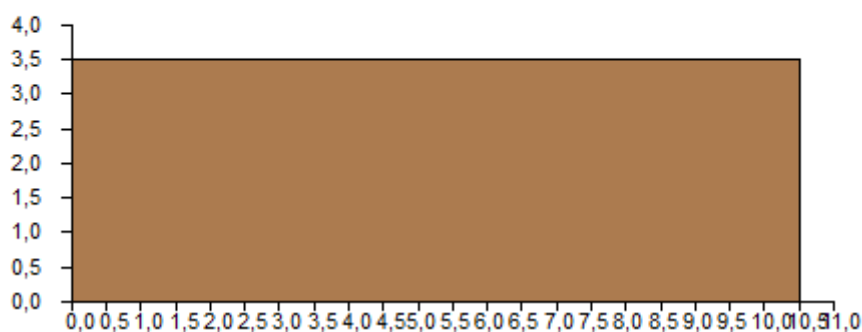
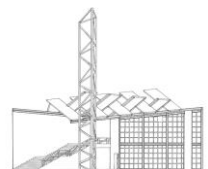


Figura: 6 - Prospetto della parete n° 2

Altezza della parete n° 2: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 2: 10,50 [m]
 Spessore della parete n° 2: 0,45 [m]
 Rientro della parete n° 2: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 2: 314,21 [kN]
 Caratteristiche parete di ammassamento:
 Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 0,00 [m]
 Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
 Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 4,04 [m]
 Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
 Spessore della parete di Ammassamento: 0,50 [m]
 Caratteristiche parete di ammassamento:
 Posizione orizzontale della parete di Ammassamento: 2,70 [m]
 Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento: 2,02 [m]
 Larghezza Superiore della parete di Ammassamento: 4,04 [m]
 Inclinazione della parete di Ammassamento: 30,00 [°]
 Spessore della parete di Ammassamento: 0,40 [m]



Caratteristiche parete di ammassamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammassamento:	10,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammassamento:	2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammassamento:	4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammassamento:	30,00 [°]
Spessore della parete di Ammassamento:	0,35 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

Copertura Neve

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio:	0,50 [kN/mq]
G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio:	2,00 [kN/mq]
j_2 coefficiente carico variabile del solaio:	0,00 [-]
Q_k carico variabile del solaio:	1,46 [kN/mq]
i_s : semi-lunghezza del solaio:	0,05 [m]
e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio:	0,05 [m]
p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]
p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 2

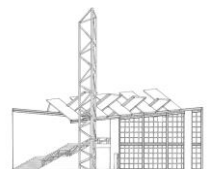
Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo:	6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo:	1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione:	1,00E+03 [kN/mq]
Resistenza massima a compressione:	2,00E+03 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio:	1,80E+01 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio:	3,20E+01 [kN/mq]
Resistenza media a compressione:	1,50E+03 [kN/mq]
Resistenza media a taglio:	2,50E+01 [kN/mq]
Peso specifico γ :	1,90E+01 [kN/mc]
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a:	1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche γ_{m2} :	3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]

Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

Geometria della Copertura:



Copertura Falda o Timpano

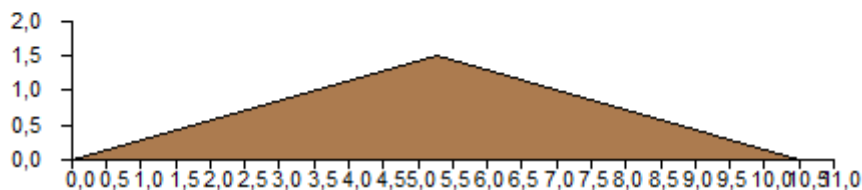
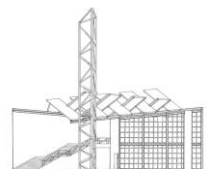


Figura: 7 - Prospetto della copertura

Altezza della Copertura :	1,50 [m]
Larghezza della Copertura :	10,50 [m]
Spessore della Copertura :	0,45 [m]
Rientro della Copertura :	0,00 [m]
Descrizione Tipologia di Solaio:	
Copertura Neve	
G_{1k} carico permanente strutturale del solaio:	0,50 [kN/mq]
G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio:	2,00 [kN/mq]
j_2 coefficiente carico variabile del solaio:	0,00 [-]
Q_k carico variabile del solaio:	1,46 [kN/mq]
i_s : semi-lunghezza del solaio:	2,15 [m]
e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio:	0,05 [m]
p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]
p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza del timpano

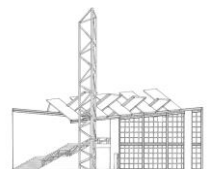
Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)		
Modulo Elastico minimo:	6,90E+05 [kN/mq]	
Modulo Elastico massimo:	1,05E+06 [kN/mq]	
Resistenza minima a compressione:	1,00E+03 [kN/mq]	
Resistenza massima a compressione:	2,00E+03 [kN/mq]	
Resistenza minima a taglio:	1,80E+01 [kN/mq]	
Resistenza minima a taglio:	3,20E+01 [kN/mq]	
Resistenza media a compressione:	1,50E+03 [kN/mq]	
Resistenza media a taglio:	2,50E+01 [kN/mq]	
Peso specifico g :	1,90E+01 [kN/mc]	
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a:		1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} :	3,00 [-]	
Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]		
Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]		



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



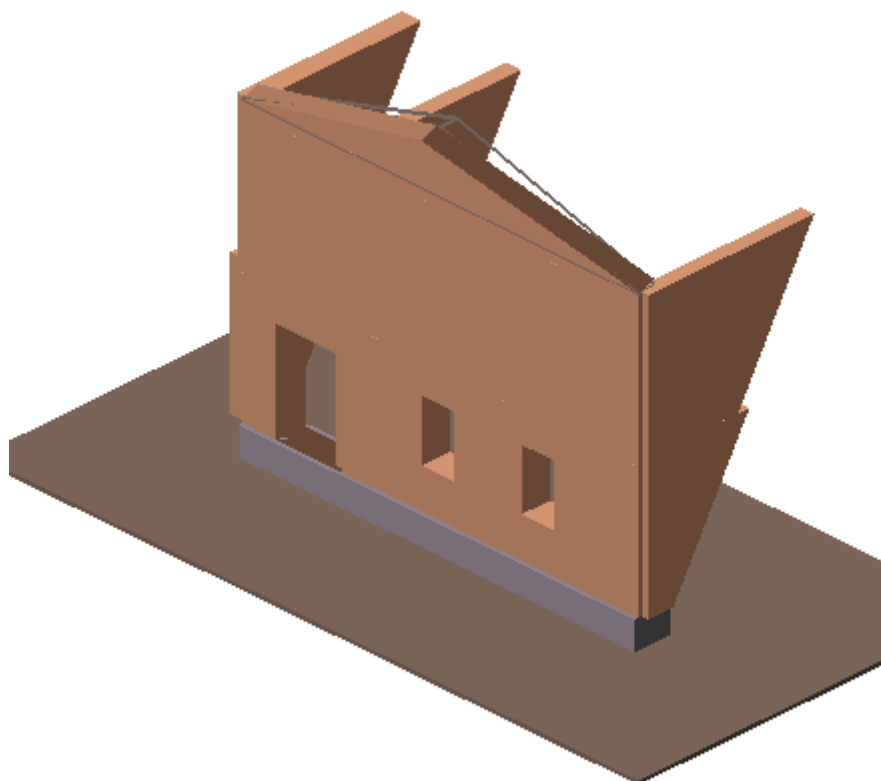
STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Grosseto, matr. 2475

Risultati Meccanismi Locali tramite Analisi Cinematica Lineare e/o Analisi Cinematica Non Lineare:

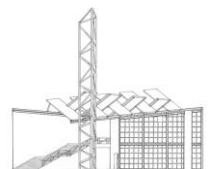
Cinematismo n° 1: Ribaltamento Timpano



Quota di attivazione del cinematismo:	7,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	1,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	77,688 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	27,207 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,350 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,270 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	12,347 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,961 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
--	-----------



Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,213 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,261 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,790 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,057 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV ($a_{g,SLV} S$)/ q_{SLV} : 0,081 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,245 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,301 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,908 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

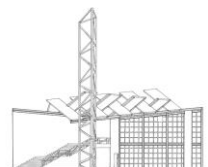
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,213 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,261 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,790 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 1,229 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* : 0,085 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,021 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: 0,016 [m]
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,247 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: 0,194 [-]

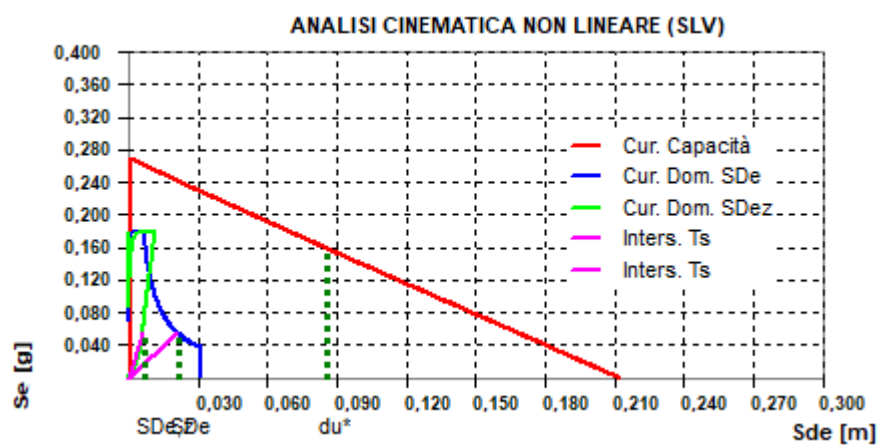
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

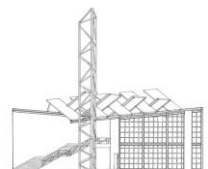


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



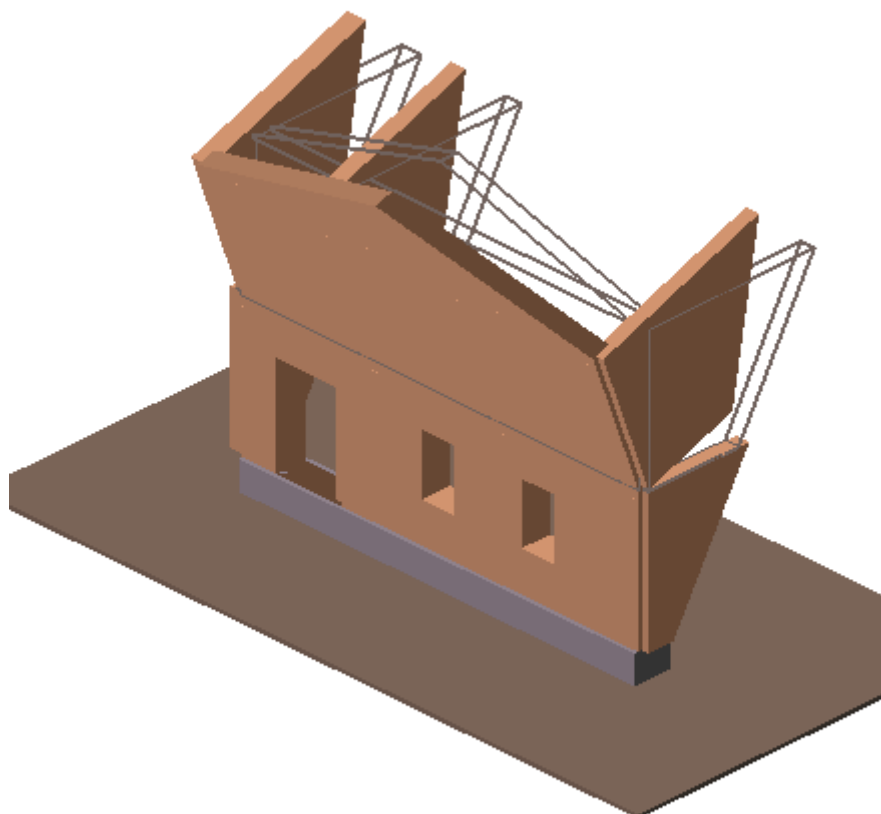


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

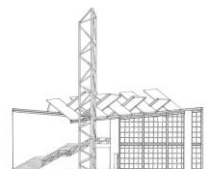
Cinematismo n° 2: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento di entrambe le pareti ortogonali a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	3,50 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,636 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	1563,169 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	488,080 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,312 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,267 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	61,253 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,866 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,136 [g]



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,264 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,508 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,057 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,081 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,156 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,305 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,585 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

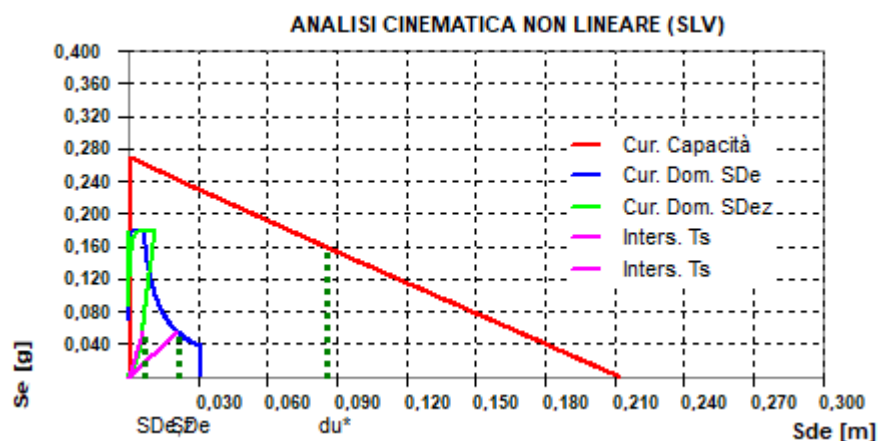
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,136 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,264 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,508 [-]

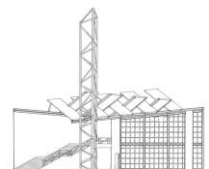
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 2,361 [sec]
 Spostamento spettrale d_u^* : 0,311 [m]
 Domanda di spostamento a quota zero del cinematisismo $d_{SLV,z}$: 0,031 [m]
 Domanda di spostamento in elevazione del cinematisismo $d_{SLV,e}$: 0,010 [m]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,100 [-]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: 0,034 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

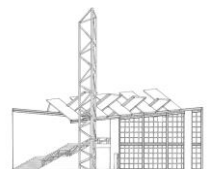




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

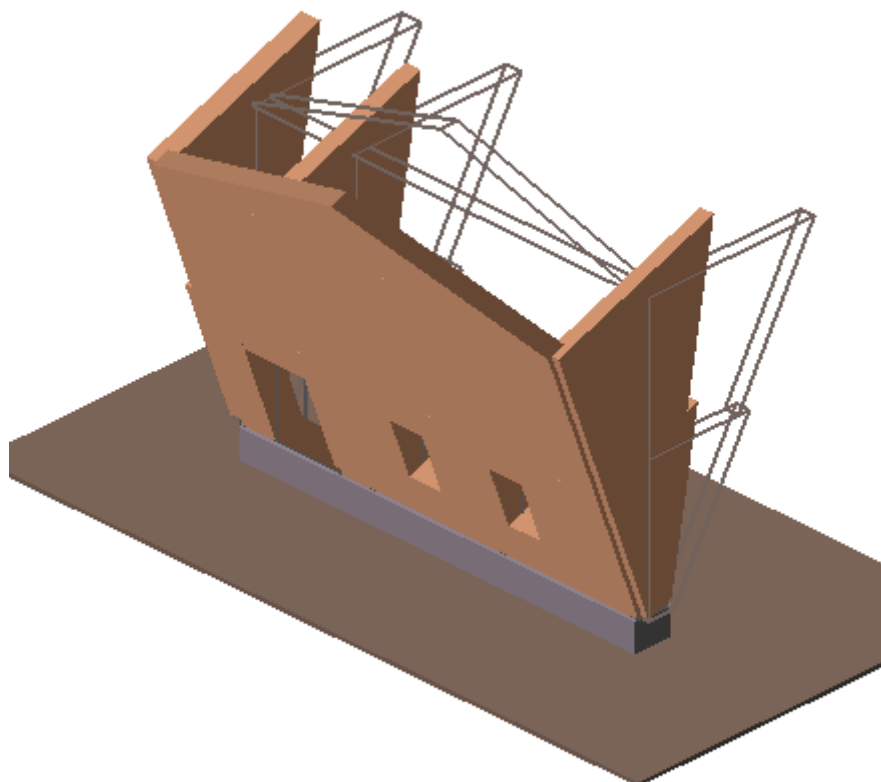


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

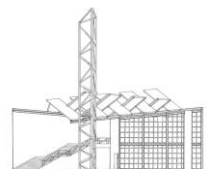
Cinematismo n° 3: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento di entrambe le pareti ortogonali a quota zero



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	5363,511 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	540,605 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,101 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,092 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	110,423 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,813 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	Non Richiesto



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,768 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,057 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,081 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: Non Richiesto
 Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,886 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLV: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

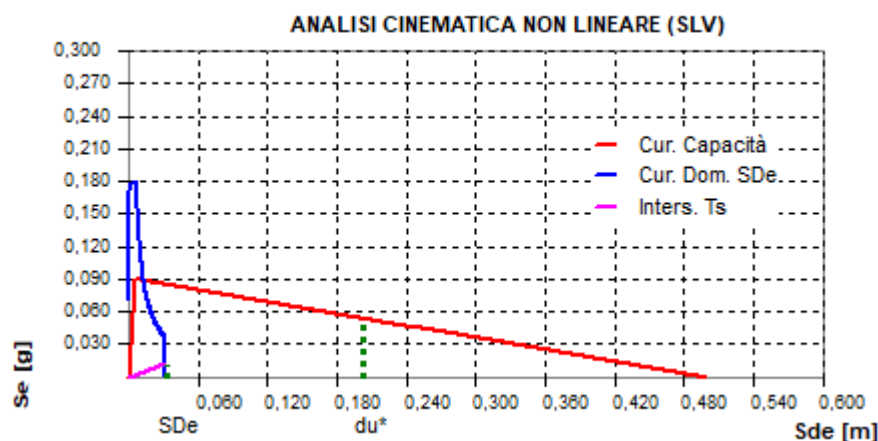
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: Non Richiesto
 Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,768 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

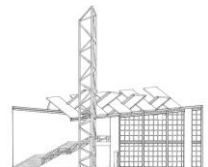
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 3,221 [sec]
 Spostamento spettrale d_u^* : 0,200 [m]
 Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,031 [m]
 Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta
 Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,155 [-]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

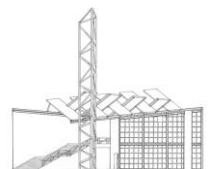




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

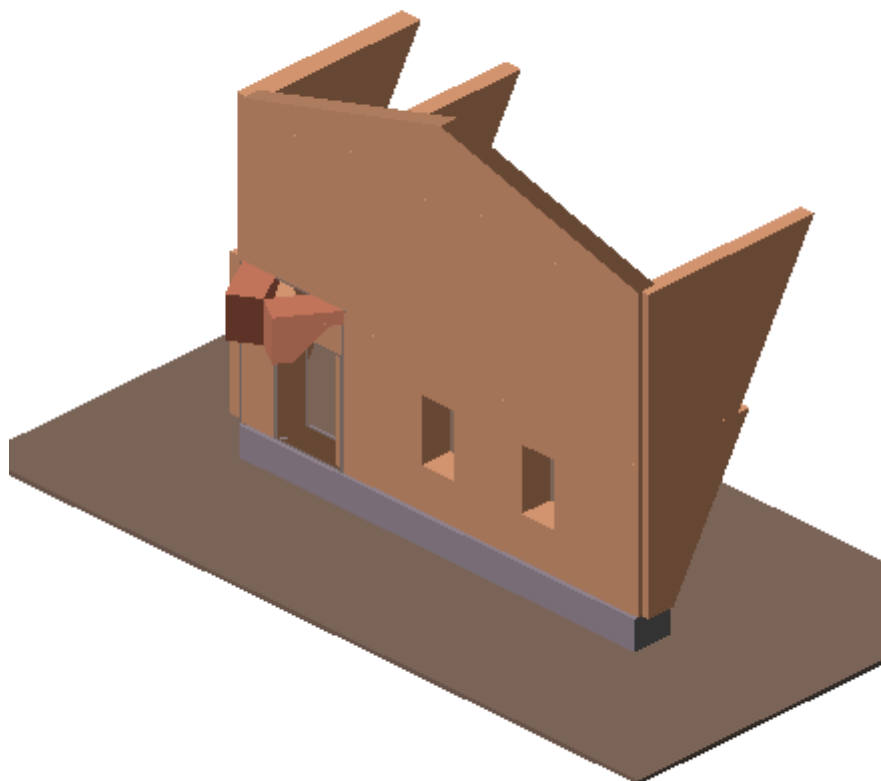


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

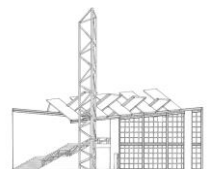
Cinematismo n° 4: Espulsione Flessionale Orizzontale a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,293 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	35,460 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	8,550 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,241 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo α_0^* :	0,181 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	4,764 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,987 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,062 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,390 [-]



Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,345 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,057 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,081 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,072 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,449 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,397 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,062 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,390 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,345 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 2,006 [sec]

Spostamento spettrale d_u^* : 0,152 [m]

Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,031 [m]

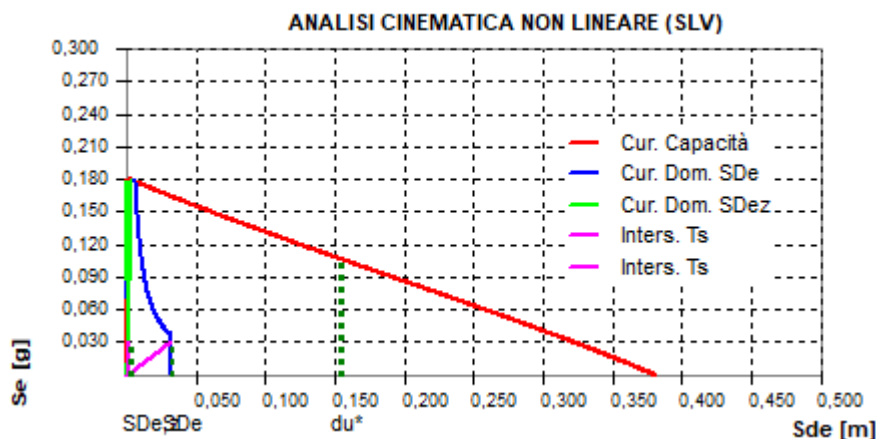
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta

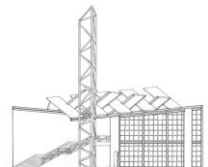
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,204 [-]

Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

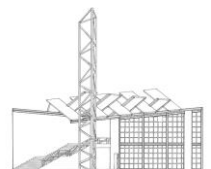




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

9.8. Parete nord - post operam

Geometria delle pareti:

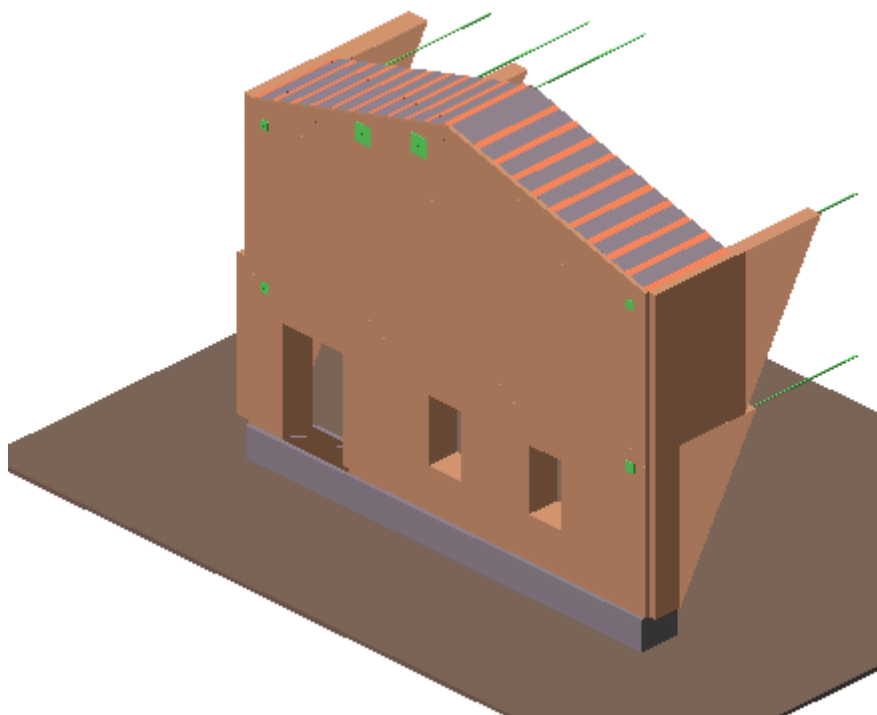
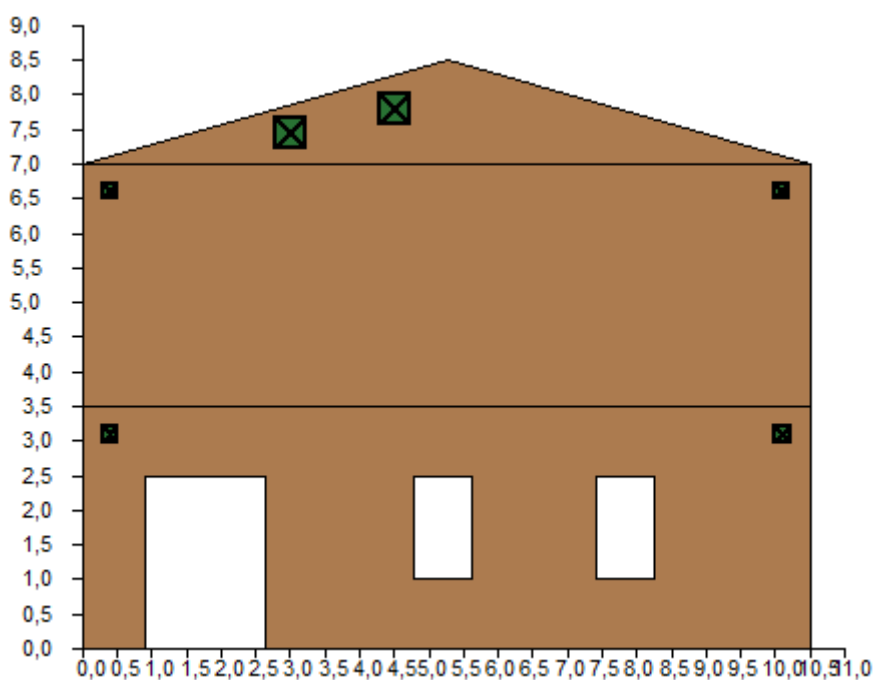


Figura: 2 - Modello 3D della parete



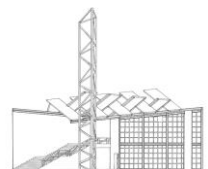


Figura: 3 - Prospetto della parete

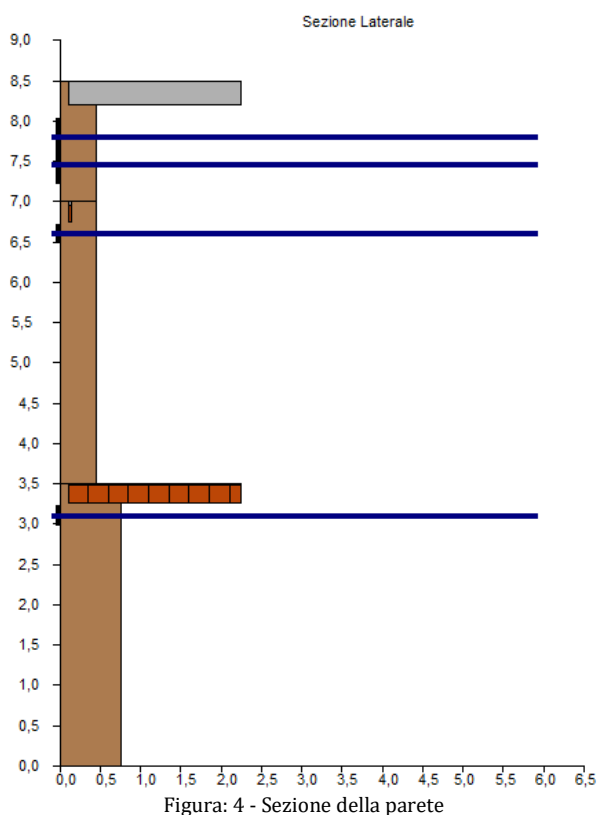


Figura: 4 - Sezione della parete

Parete Muraria n° 1

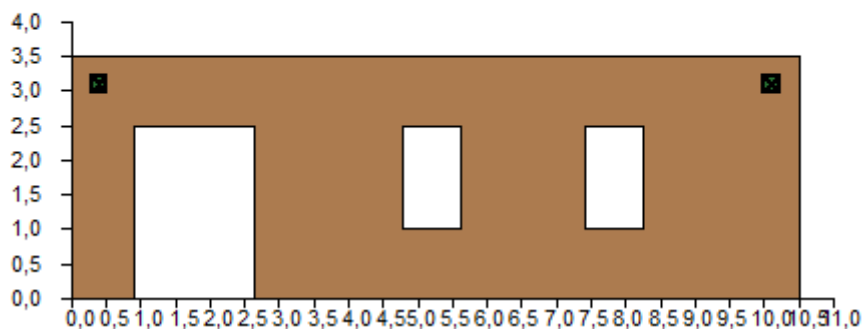
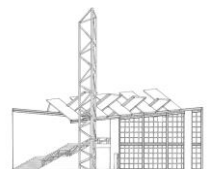


Figura: 5 - Prospetto della parete n° 1

Altezza della parete n° 1: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 1: 10,50 [m]
 Spessore della parete n° 1: 0,75 [m]
 Rientro della parete n° 1: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 1: 425,01 [kN]
 Caratteristiche delle Aperture:
 Apertura n° 1: porta ingresso
 Altezza dell'apertura: 2,50 [m]
 Base dell'apertura: 1,75 [m]



Altezza inferiore dell'apertura: 0,00 [m]
Posizione dell'apertura: 0,90 [m]

Apertura n° 2: Apertura Generica

Altezza dell'apertura: 1,50 [m]
Base dell'apertura: 0,85 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 1,00 [m]
Posizione dell'apertura: 4,77 [m]

Apertura n° 3: Apertura Generica

Altezza dell'apertura: 1,50 [m]
Base dell'apertura: 0,85 [m]
Altezza inferiore dell'apertura: 1,00 [m]
Posizione dell'apertura: 7,40 [m]

Caratteristiche dei tiranti:

Tirante n° 1: Tirante da Progettare

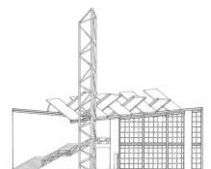
Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 600,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 221,00 [mm]
Spessore della nervatura: 30,00 [mm]
Altezza della nervatura: 50,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 0,40 [m]

Tirante n° 2: Tirante da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 600,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 221,00 [mm]
Spessore della nervatura: 30,00 [mm]
Altezza della nervatura: 50,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 10,10 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]



Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,85 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 2,70 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,70 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento: 10,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento: 0,00 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento: 2,02 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento: 30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento: 0,35 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

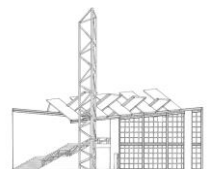
residenziale Civile Abitazione

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,70 [kN/mq]
 j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,30 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 2,00 [kN/mq]
 i_s : semi-lunghezza del solaio: 2,15 [m]
 e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]
 p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 3,80 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 1

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]
Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
Peso specifico g : 1,90E+01 [kN/mc]
Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} : 3,00 [-]
Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]
Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]



Parete Muraria n° 2

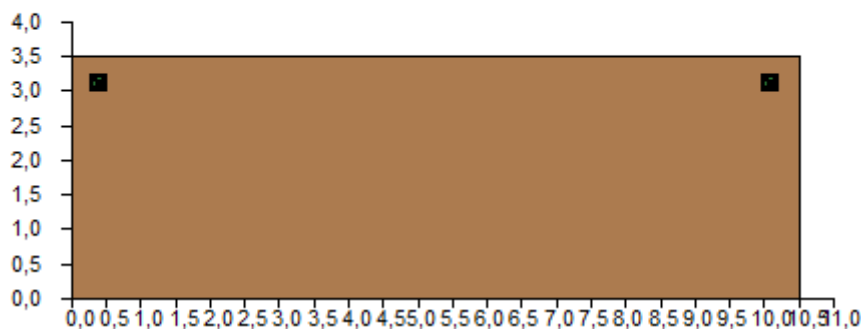


Figura: 6 - Prospetto della parete n° 2

Altezza della parete n° 2: 3,50 [m]
 Larghezza della parete n° 2: 10,50 [m]
 Spessore della parete n° 2: 0,45 [m]
 Rientro della parete n° 2: 0,00 [m]
 Peso della parete n° 2: 314,21 [kN]

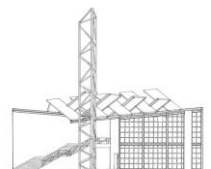
Caratteristiche dei tiranti:

Tirante n° 1: Tirante da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
 Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
 Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
 Lunghezza del cavo del Tirante: 600,00 [m]
 Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
 Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
 Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
 Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
 Base del Capochiave: 200,00 [mm]
 Spessore della nervatura: 30,00 [mm]
 Altezza della nervatura: 50,00 [mm]
 Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
 Posizione Orizzontale del Tirante: 0,40 [m]

Tirante n° 2: Tirante da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
 Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
 Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
 Lunghezza del cavo del Tirante: 600,00 [m]
 Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
 Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
 Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
 Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
 Base del Capochiave: 200,00 [mm]
 Spessore della nervatura: 30,00 [mm]
 Altezza della nervatura: 50,00 [mm]
 Posizione Verticale del Tirante: 3,10 [m]
 Posizione Orizzontale del Tirante: 10,10 [m]



Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento:	0,00 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento:	2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento:	4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento:	30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento:	0,50 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento:	2,70 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento:	2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento:	4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento:	30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento:	0,40 [m]

Caratteristiche parete di ammorsamento:

Posizione orizzontale della parete di Ammorsamento:	10,50 [m]
Larghezza Inferiore della parete di Ammorsamento:	2,02 [m]
Larghezza Superiore della parete di Ammorsamento:	4,04 [m]
Inclinazione della parete di Ammorsamento:	30,00 [°]
Spessore della parete di Ammorsamento:	0,35 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

Copertura Neve

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio:	0,50 [kN/mq]
G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio:	2,00 [kN/mq]
j_2 coefficiente carico variabile del solaio:	0,00 [-]
Q_k carico variabile del solaio:	1,46 [kN/mq]
is: semi-lunghezza del solaio:	0,05 [m]
es: eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio:	0,05 [m]
p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]
p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete:	2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza della parete n° 2

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]

Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]

Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]

Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]

Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]

Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]

Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]

Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]

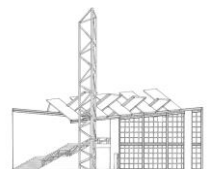
Peso specifico g : 1,90E+01 [kN/mc]

Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]

Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche g_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]

Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]



Geometria della Copertura:

Copertura Falda o Timpano

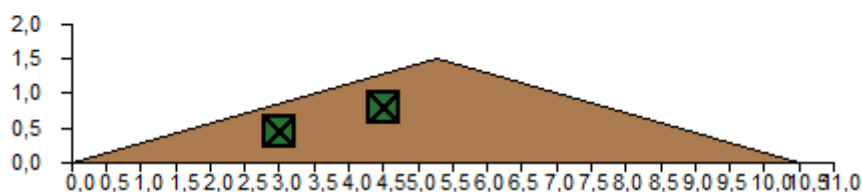


Figura: 7 - Prospetto della copertura

Altezza della Copertura : 1,50 [m]
Larghezza della Copertura : 10,50 [m]
Spessore della Copertura : 0,45 [m]
Rientro della Copertura : 0,00 [m]

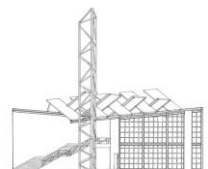
Caratteristiche dei tiranti:

Tirante n° 1: Tirante da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 600,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 426,00 [mm]
Diametro del Capochiave: 426,00 [mm]
Spessore della nervatura: 30,00 [mm]
Altezza della nervatura: 50,00 [mm]
Posizione Verticale del Tirante: 0,80 [m]
Posizione Orizzontale del Tirante: 4,50 [m]

Tirante n° 2: Tirante da Progettare

Tipologia del Tirante: Nuovo da Progettare
Sforzo di Pretensione del Tirante: 5,00 [kN]
Diametro del cavo del Tirante f : 12,00 [mm]
Lunghezza del cavo del Tirante: 600,00 [m]
Modulo Elastico di Young del Tirante: $2,10E+08$ [kN/mq]
Tensione di Calcolo del Tirante f_{yd} : $2,40E+05$ [kN/mq]
Deformazione ultima del Tirante: $2,50E-02$ [-]
Spessore del Capochiave: 20,00 [mm]
Base del Capochiave: 426,00 [mm]



Diametro del Capochiave: 426,00 [mm]
 Spessore della nervatura: 30,00 [mm]
 Altezza della nervatura: 50,00 [mm]
 Posizione Verticale del Tirante: 0,45 [m]
 Posizione Orizzontale del Tirante: 3,00 [m]

Descrizione Tipologia di Solaio:

Copertura Neve

G_{1k} carico permanente strutturale del solaio: 0,50 [kN/mq]
 G_{2k} carico permanente non strutturale del solaio: 2,00 [kN/mq]
 j_2 coefficiente carico variabile del solaio: 0,00 [-]
 Q_k carico variabile del solaio: 1,46 [kN/mq]
 i_s : semi-lunghezza del solaio: 2,15 [m]
 e_s : eccentricità delle reazioni di appoggio del solaio: 0,05 [m]
 p_{vd} carico di calcolo verticale del solaio della parete: 2,50 [kN/mq]
 p_{hd} carico di calcolo orizzontale del solaio della parete: 2,50 [kN/mq]

Proprietà meccaniche e di resistenza del timpano

Tipologia muraria: Muratura in pietrame disordinata (ciottoli pietre erratiche e irregolari)

Modulo Elastico minimo: 6,90E+05 [kN/mq]
 Modulo Elastico massimo: 1,05E+06 [kN/mq]
 Resistenza minima a compressione: 1,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza massima a compressione: 2,00E+03 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 1,80E+01 [kN/mq]
 Resistenza minima a taglio: 3,20E+01 [kN/mq]
 Resistenza media a compressione: 1,50E+03 [kN/mq]
 Resistenza media a taglio: 2,50E+01 [kN/mq]
 Peso specifico γ : 1,90E+01 [kN/mc]
 Livello di Conoscenza LC1 con un fattore di sicurezza pari a: 1,35 [-]
 Coefficiente di sicurezza sulle proprietà meccaniche γ_{m2} : 3,00 [-]

Resistenza di calcolo a compressione: 246,9136 [kN/mq]

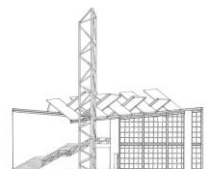
Resistenza di calcolo a taglio: 4,4444 [kN/mq]

Progetto dei Tiranti

Tirante Par.1 Tir.1: Tirante da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} : 11,99 [kN]
 Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$: 27,14 [kN]
 Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$: 12,95 [kN]
 Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$: 12,06 [kN]
 Dimensione minima del capo-chiave B_{min} : 221,00 [mm]
 Diametro minimo del tirante d_{min} : 12,00 [mm]
 Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$: 0,44 [-]
 Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$: 0,93 [-]
 Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$: 0,99 [-]

Tirante Par.1 Tir.2: Tirante da Progettare



Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	11,99 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	12,95 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	12,06 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	221,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,44 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	0,93 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,99 [-]

Tirante Par.2 Tir.1: Tirante da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,00 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,20 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	9,88 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	200,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,18 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	0,96 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,51 [-]

Tirante Par.2 Tir.2: Tirante da Progettare

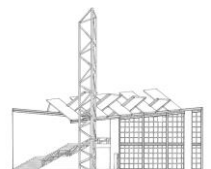
Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	5,00 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	5,20 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	9,88 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	200,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,18 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	0,96 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,51 [-]

Tirante Par.3 Tir.1: Tirante da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	7,01 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	7,01 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	44,81 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	426,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,26 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]
Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:	0,16 [-]

Tirante Par.3 Tir.2: Tirante da Progettare

Sforzo normale di progetto N_{Ed} :	7,01 [kN]
Sforzo normale resistente a snervamento del cavo $N_{r,snerv}$:	27,14 [kN]
Sforzo normale resistente a punzonamento $N_{r,punz}$:	7,01 [kN]
Sforzo normale resistente a schiacciamento $N_{r,sch}$:	44,81 [kN]
Dimensione minima del capo-chiave B_{min} :	426,00 [mm]
Diametro minimo del tirante d_{min} :	12,00 [mm]
Verifica Tirante a snervamento del cavo $N_{Ed}/N_{r,snerv}$:	0,26 [-]
Verifica Tirante a punzonamento $N_{Ed}/N_{r,punz}$:	1,00 [-]



Verifica Tirante a schiacciamento $N_{Ed}/N_{r,sch}$:..... 0,16 [-]

Verifiche sui Capochiave

Tirante Par.1 Tir.1: Tirante da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 312,25 [kN mm]

Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 5,99 [kN]

Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0346 [-]

Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0030 [-]

Tirante Par.1 Tir.2: Tirante da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 312,25 [kN mm]

Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 5,99 [kN]

Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0346 [-]

Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0030 [-]

Tirante Par.2 Tir.1: Tirante da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 117,85 [kN mm]

Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 2,50 [kN]

Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0132 [-]

Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0014 [-]

Tirante Par.2 Tir.2: Tirante da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 117,85 [kN mm]

Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 2,50 [kN]

Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0132 [-]

Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0014 [-]

Tirante Par.3 Tir.1: Tirante da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 351,74 [kN mm]

Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 3,50 [kN]

Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0350 [-]

Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0010 [-]

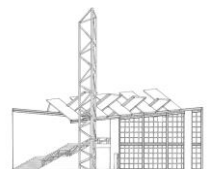
Tirante Par.3 Tir.2: Tirante da Progettare

Momento flettente di calcolo M_{Ed} :..... 351,74 [kN mm]

Sforzo Tagliante di calcolo M_{Ed} :..... 3,50 [kN]

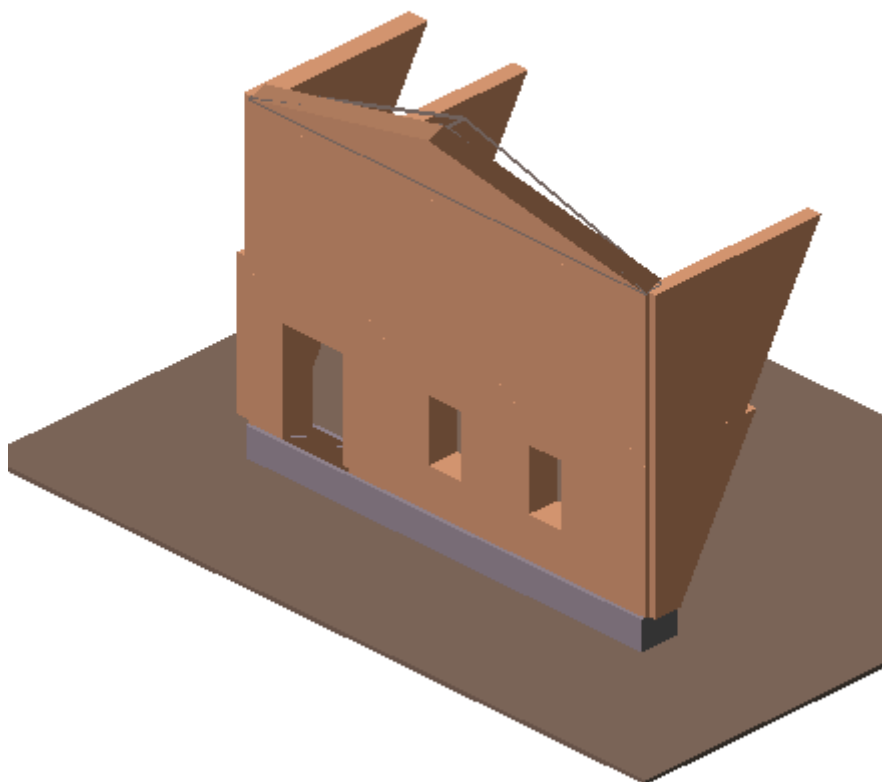
Verifica di Von Mises (M) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0350 [-]

Verifica di Von Mises (V) S_{id}/f_{yd} :..... 0,0010 [-]



Risultati Meccanismi Locali tramite Analisi Cinematica Lineare e/o Analisi Cinematica Non Lineare:

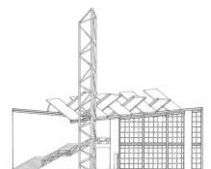
Cinematismo n° 1: Ribaltamento Timpano



Quota di attivazione del cinematismo:	7,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	1,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	77,688 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	35,967 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,463 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,357 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	12,347 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,961 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
--	-----------



Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,213 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,198 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,598 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV ($a_{g,SLV} S$)/ q_{SLV} : 0,104 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,310 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,292 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,868 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

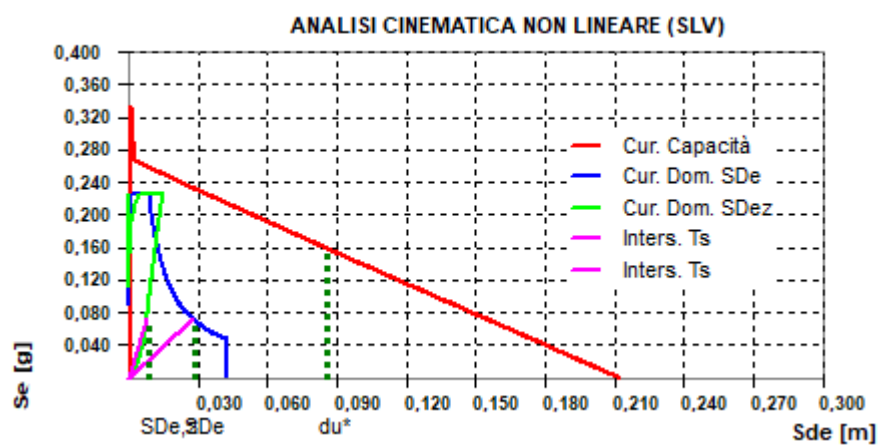
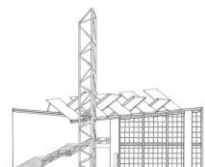
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD ($a_{g,SLD} S$)/ q_{SLD} : 0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,213 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,198 [-]
Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,598 [-]

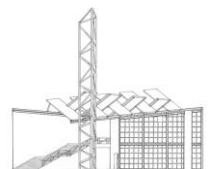
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

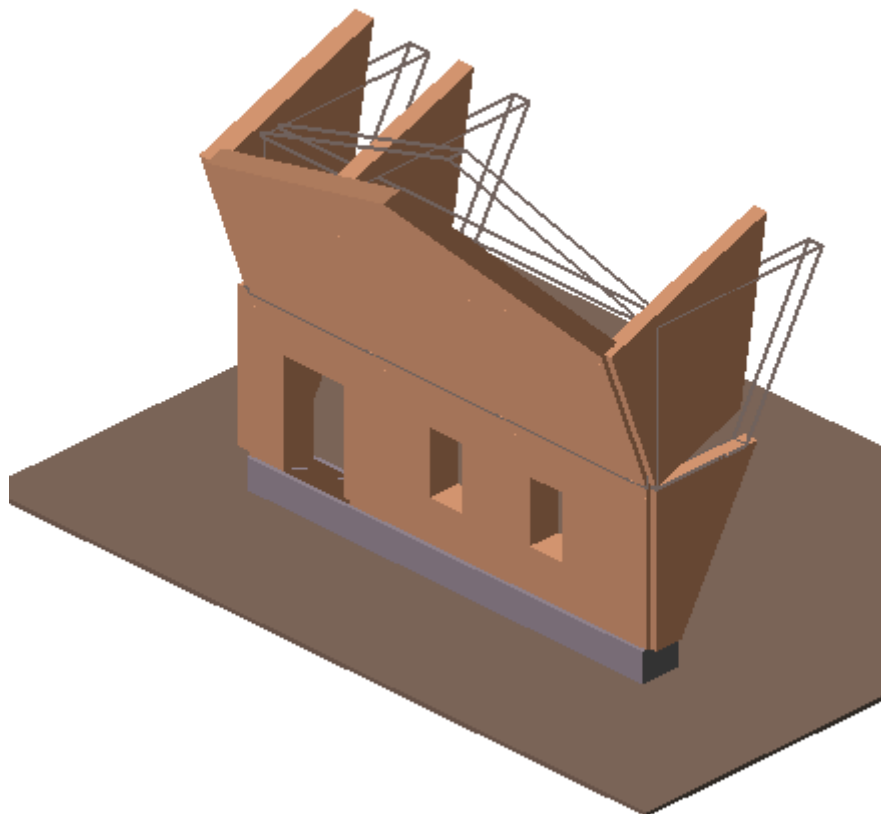
Periodo secante T_s : 1,229 [sec]
Spostamento spettrale d_u^* : 0,085 [m]
Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,028 [m]
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: 0,021 [m]
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,324 [-]
Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: 0,245 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO





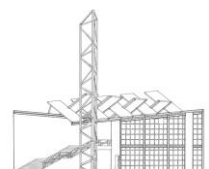
Cinematismo n° 2: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento di entrambe le pareti ortogonali a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	3,50 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,636 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	1563,169 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	578,135 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,370 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,316 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	61,253 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,866 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,136 [g]



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,223 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,429 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,104 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,197 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,330 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,623 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

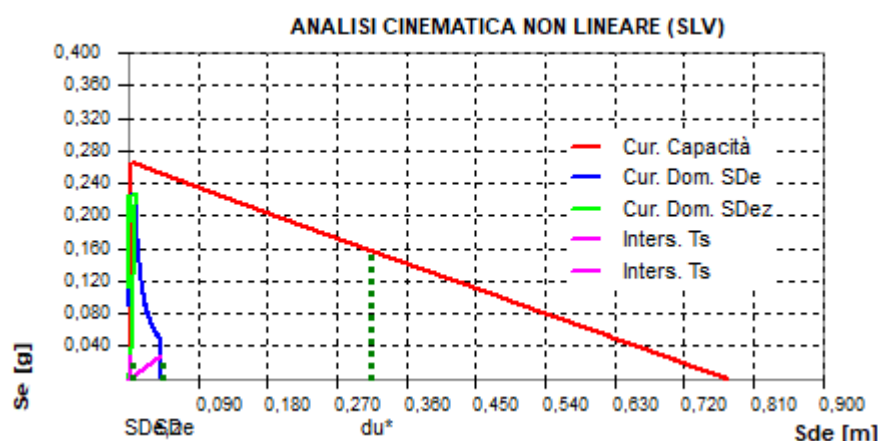
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,136 [g]
 Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,223 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,429 [-]

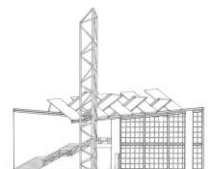
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 2,361 [sec]
 Spostamento spettrale d_u^* : 0,311 [m]
 Domanda di spostamento a quota zero del cinematisismo $d_{SLV,z}$: 0,042 [m]
 Domanda di spostamento in elevazione del cinematisismo $d_{SLV,e}$: 0,013 [m]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,136 [-]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: 0,043 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

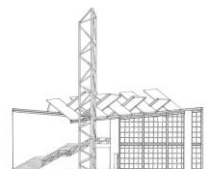




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

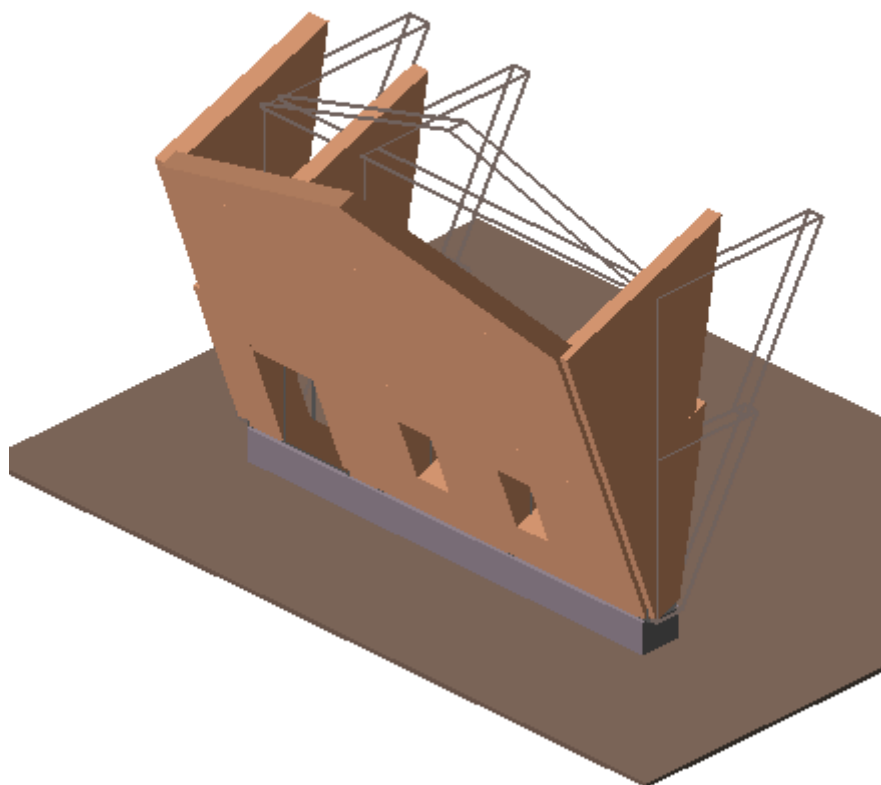


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

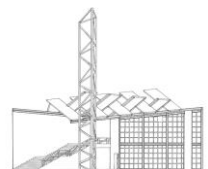
Cinematismo n° 3: Ribaltamento Singola Parete con coinvolgimento di entrambe le pareti ortogonali a quota zero



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,000 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	5363,511 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	790,886 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali a_0 :	0,147 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo a_0^* :	0,134 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	110,423 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,813 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	Non Richiesto



Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,525 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,104 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: Non Richiesto
 Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,777 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLV: Non Richiesto

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

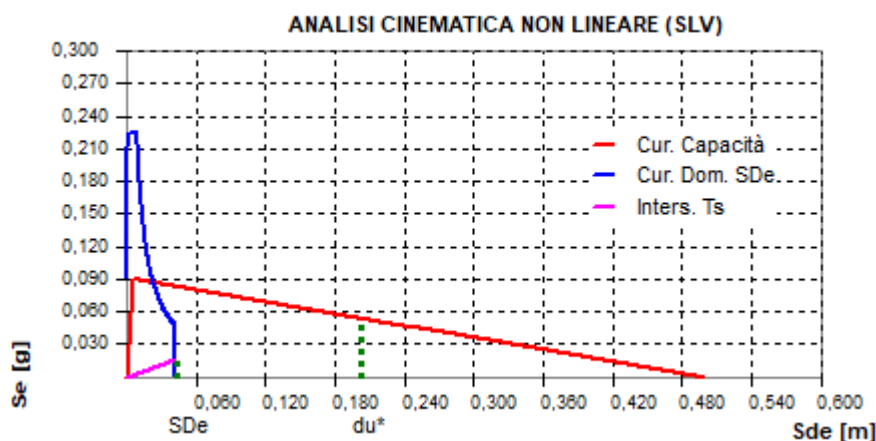
Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]
 Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]
 Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: Non Richiesto
 Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,525 [-]
 Fattore di verifica in elevazione allo SLD: Non Richiesto

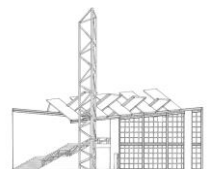
Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: NON RICHIESTO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 3,221 [sec]
 Spostamento spettrale d_u^* : 0,200 [m]
 Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,042 [m]
 Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta
 Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,211 [-]
 Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO
 Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO

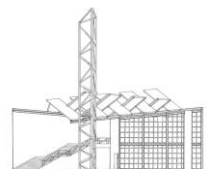




STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

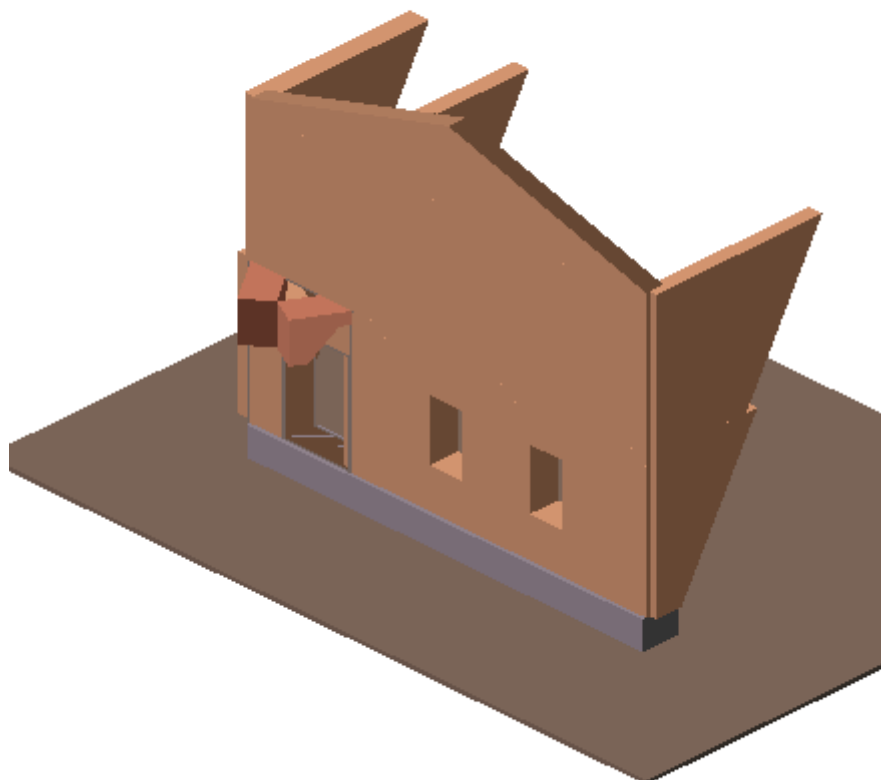


STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

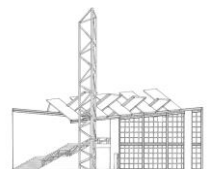
Cinematismo n° 4: Espulsione Flessionale Orizzontale a quota sopra elevata



Quota di attivazione del cinematismo:	0,00 [m]
Primo modo di vibrare normalizzato ad 1 in sommità dell'edificio $y_{(z)}$:	0,293 [-]
Momento Ribaltante M_{rib} :	38,800 [kN*m]
Momento Stabilizzante M_{st} :	9,513 [kN*m]
Moltiplicatore di collasso dei carichi orizzontali α_0 :	0,245 [-]
accelerazione spettrale di attivazione del cinematismo α_0^* :	0,184 [g]
Massa partecipante al cinematismo M^* :	4,739 [kN/g]
Frazione di massa partecipante della struttura e^* :	0,987 [-]

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$:	0,049 [g]
Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$:	0,071 [g]
Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$:	0,062 [g]
Fattore di verifica a quota zero allo SLD:	0,384 [-]



Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,340 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica lineare allo SLV

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLV $a_{g,SLV}$: 0,073 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLV $(a_{g,SLV} S)/q_{SLV}$: 0,104 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLV: $a_z(z)_{SLV}$: 0,091 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLV: 0,568 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLV: 0,493 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica Non lineare allo SLD

Accelerazione orizzontale massima in sito allo SLD $a_{g,SLD}$: 0,049 [g]

Accelerazione di riferimento al suolo allo SLD $(a_{g,SLD} S)/q_{SLD}$: 0,071 [g]

Accelerazione di riferimento in elevazione allo SLD: $a_z(z)_{SLD}$: 0,062 [g]

Fattore di verifica a quota zero allo SLD: 0,384 [-]

Fattore di verifica in elevazione allo SLD: 0,340 [-]

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLD: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLD: VERIFICATO

Risultati della verifica con analisi cinematica non lineare allo SLV

Periodo secante T_s : 1,987 [sec]

Spostamento spettrale d_u^* : 0,151 [m]

Domanda di spostamento a quota zero del cinematisimo $d_{SLV,z}$: 0,042 [m]

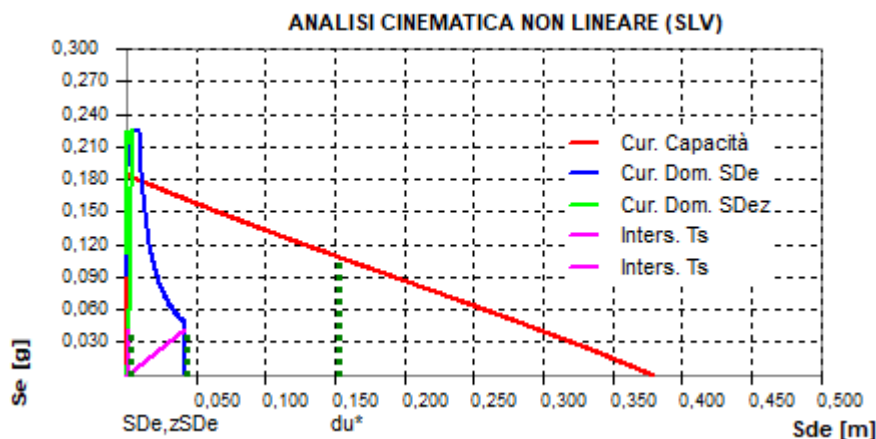
Domanda di spostamento in elevazione del cinematisimo $d_{SLV,e}$: Non Richiesta

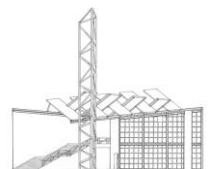
Fattore di verifica non lineare allo SLV a quota zero: 0,280 [-]

Fattore di verifica non lineare allo SLV in elevazione: Non Richiesta

Esito verifica meccanismo a quota zero allo SLV: VERIFICATO

Esito verifica meccanismo in elevazione allo SLV: NON RICHIESTO



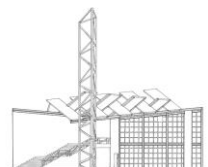


Verifica di resistenza del tirante realizzato mediante inghisaggio:

Per quanto riguarda i due tiranti disposti internamente secondo l'asse principale/longitudinale della Chiesa, non potendo realizzare la tipica soluzione con capochiave, si è optato per una soluzione con inghisaggi nella muratura. Di seguito viene effettuata la verifica del singolo inghisaggio sul quale agisce un ottavo della forza di trazione che si ha nel tirante, visto che si è previsto un numero di inghisaggi pari a 8.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 270 + HIT-V (8.8) M12	
Codice articolo:	387062 HIT-V-8.8 M12x220 (inserire) / 2092828 HIT-HY 270 (resina)	
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 barra filettata with HIT-HY 270 Resina ad iniezione with 130 mm embedment hef, M12, Acciaio zincato, Hammer drilled installation per istruzioni per l'uso	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 130,0 \text{ mm}$	
Materiale:	8.8	
Certificazione No.:	Dati Tecnici Hilti	
Emesso l Valido:	- -	
Prova:	metodo di calcolo ETAG 029, Annex C	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	nessun profilo	
Materiale base:	Disposizione dei mattoni: Intestazione; Mattone: Italy Tufo volcanic rock (mattone pieno), Calcestruzzo alleggerito, L x W x H: 380,0 mm x 270,0 mm x 270,0 mm; $f_{b,v} = 4,00 \text{ N/mm}^2$; $E_{wall} = 1.451,46 \text{ N/mm}^2$ Resina: M2,5 - M9; Giunti verticali riempiti: Si; verticale: 6,0 mm; orizzontale: 6,0 mm	
Installazione/Uso:	Condizioni di installazione: asciutto; Condizioni d'uso: asciutto; Pulizia: aria compressa Temp. Breve/Lunga: 40/24 °C	



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 1,500; V_x = 0,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no		75

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

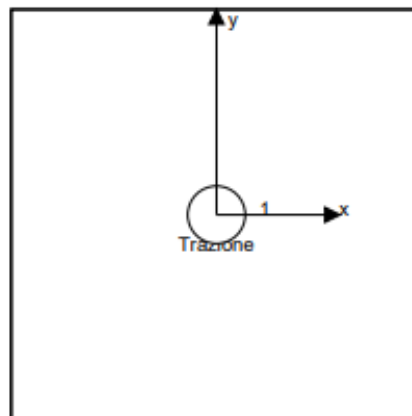
Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	1,500	0,000	0,000	0,000

max. deformazione di compressione: - [%e]

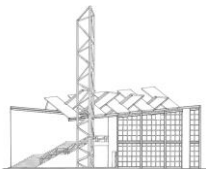
max. sforzo di compressione: - [N/mm²]

Resulting tension force in (x/y)=(0,0/0,0): 1,500 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

**3 Carico di trazione (ETAG 029 Annex C, Section C.5.2.1)**

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	1,500	44,933	4	OK
Rottura per sfilamento*	1,500	2,000	75	OK
Rottura del mattone**	1,500	2,000	75	OK
Sfilamento a trazione di un mattone*	1,500	77,976	2	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rd,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
67,400	1,500	44,933	1,500

3.2 Rottura per sfilamento

$N_{Rd,p}$ [kN]	α_j	$\gamma_{M,m}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
5,000	1,000	2,500	2,000	1,500

3.3 Rottura del mattone

s_i [mm]	s_j [mm]	$s_{cr,i}$ [mm]	$s_{cr,j}$ [mm]	c [mm]	c_{cr} [mm]
0,0	0,0	270,0	270,0	400,0	115,0
$N_{Rd,b}$ [kN]	α_j	$\alpha_{j,N}$	$\gamma_{M,m}$	$N_{Rd,b}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
5,000	1,000	1,000	2,500	2,000	1,500

3.4 Sfilamento a trazione di un mattone

A_{acc}^H [mm ²]	A_{acc}^V [mm ²]	$f_{t,b}$ [N/mm ²]	σ_d [N/mm ²]
205.200	205.200	0,15	2,00
$N_{Rd,pb}$ [kN]	$\gamma_{M,m}$	$N_{Rd,pb}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
194,940	2,500	77,976	1,500

4 Carico di taglio (ETAG 029 Annex C, Section C.5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura locale di un mattone*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura del bordo di un mattone **	N/A	N/A	N/A	N/A
Sfilamento a taglio di un mattone **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

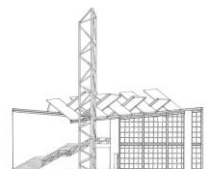
L'inghisaggio risulta verificato e quindi idoneo a sopportare un carico di trazione pari a 1,50 kN.

La resistenza totale del gruppo di inghisaggi risulta pari a:

$$N_{Rd} = n_{\text{inghisaggi}} \cdot N_{Rdi} = 8 \cdot 1,50 \text{ kN} = 12 \text{ kN}$$

ed è superiore alla trazione sollecitante in quanto:

$$N_{Rd} = 12 \text{ kN} > 11 \text{ kN} \rightarrow \text{VERIFICATO!}$$



STUDIO EPSILON INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

DOTT. ING. EMILIANO EVANGELISTA

Iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Frosinone, matr. 2475

10. Conclusioni e prescrizioni

La Chiesa di San Rocco, situata nel Comune di Rocca Massima (LT), è stata edificata nel XVI secolo e quindi in un periodo molto antecedente all'entrata in vigore del Decreto Ministeriale 15 maggio 1985 (art. 2, punto A.6), di conseguenza non è necessario verificare l'idoneità sismica della costruzione, ma solo la sua idoneità statica secondo analisi statiche e cinematiche.

TUTTO CIO' PREMESSO

Il sottoscritto, sulla base dell'indagine visiva e del rilievo strutturale effettuati in sito e sulla base dello stato di conservazione delle strutture in elevazione del manufatto, edificato nel XVI secolo e pervenuto a noi in "ottime condizioni", ha determinato la geometria della struttura nonché la qualità e la tipologia degli elementi strutturali, nei limiti delle prove di caratterizzazione effettivamente eseguibili. L'esecuzione di prove di carico non è stata possibile in ragione sia della natura ecclesiastica del bene, che comporta rilevanti limitazioni in termini di esecuzione di prove invasive, sia dell'impossibilità di accedere ad alcune porzioni dell'edificio, in particolare del sottotetto della navata principale. Le valutazioni strutturali sono pertanto basate sulle indagini visive, sul rilievo geometrico e sulle prove eseguite sulla porzione del fabbricato posta sul retro, interessata dagli interventi locali oggetto del presente lavoro.

Pertanto, lo scrivente alla luce di quanto sin qui esposto:

DICHIARA

Che nel corso della ricognizione generale dell'opera non si sono rilevati segni di dissesto strutturale sia delle strutture in elevazione che in quelle di fondazione, e che quindi il fabbricato ha superato i più che recenti eventi sismici del Centro Italia senza riportare alcun danno;

Gli interventi previsti consistono in opere di manutenzione straordinaria ed interventi locali sulle strutture esistenti, così come definiti nel paragrafo 8.4.1 delle NTC, che rientrano tra gli **interventi di minore rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità** ai sensi dell'art.7, c.1 del Regolamento sismico regionale n.26/2020.

Resta in capo alla Proprietà quanto previsto dall'Ordinanza 3274/2003 e dal Paragrafo C8.3 della Circolare 07/2019 relativamente all'intero edificio.

Roma, lì 27 gennaio 2026

Il verificatore strutturale

Ing. Emiliano Evangelista