

R00	12.12.22	PRIMA EMISSIONE	GT	GT	GT
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	VERIFICATO

REVISIONI



PROGETTISTI

CESARE TRINCHERO
 ARCHITETTO
 Iscr. Ord. Arch. PV n° 490
 P.zza Cornaggia, 19 - 27055 Rivanazzano (PV)
 Tel. 0383 944634 - FAX 0383 933920
 cesare.trincherò@archestudio.info
 www.archestudio.info

COLLABORATORI INTERNI

Ing. Alice Ratto
 Geom. Emanuele Pissini
 Geom. Massimiliano Martino
 Arch. Paolo Scarso

PROGETTO OPERE STRUTTURALI E DIREZIONE LAVORI

STUDIO TASSINARI E ASS.
 Viale L. Cilla, 54 - RAVENNA
 Tel. 0544 218506
 giuseppe.tassinari@ingtassinari.it

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI PROGETTO IMPIANTI MECCANICI PREVENZIONE INCENDI DIREZIONE LAVORI

ENERPLAN S.p.A.
 Società di Ingegneria
 Progettista: Per.Ind. Massimo Ori
 Dir. Tecnico: Ing. Corrado Faglioni
 Via Donato, 41 - 41012 Carpi (MO)
 tel.+39 059.6321011 - fax +39 050.6321000
 massimo.ori@ingegneriasistema.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
LAURA LUCOTTI
 INGEGNERE



COMMESSA:
 22_0001

COMMITTENTE:

COMUNE DI TORTONA - Corso Alessandria 62 - 15057 TORTONA (AL)
 tel. 0131 864228 - fax. 0131 864402
 Settore Lavori Pubblici e CUC

PROGETTO:

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA PER LA REDAZIONE DELLA PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA, INERENTE AI LAVORI PUBBLICI "INTEGRAZIONE E AMPLIAMENTO EDIFICIO SCOLASTICO PER SCUOLA DI FORMAZIONE E DI ISTRUZIONE SUPERIORE IN LOGISTICA".
 CIG: ZF836FBAE7 CUP J34E22000120007.

OGGETTO:

ISTITUTO SCOLASTICO
 NUOVO CORPO DI FABBRICA - SPAZI DIDATTICI
 OPERE STRUTTURALI - RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE

PROGETTO:
 FATTIBILITA'

TAVOLA:
 STR02

REVISIONE:
 R00

SCALA:
 -

DATA:
 12.12.2022

N°:	TIPO DI ELABORAZIONE	REDAZIONE		VERIFICA		VALIDAZIONE	
		DATA:	NOME:	DATA:	NOME:	DATA:	NOME:
01	PRIMA EDIZIONE						
02	SECONDA EDIZIONE						
03	TERZA EDIZIONE						

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

SOMMARIO

1 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO STRUTTURALE	5
1.1 - DESCRIZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI	5
1.2 - DESCRIZIONE GENERALE DELLE STRUTTURE IN AMPLIAMENTO	7
1.3 - CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE	8
1.4 - NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	9
1.4.1 - Norme di riferimento cogenti	9
1.5 - AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	10
1.5.1 - Carichi gravitazionali e sovraccarichi	10
1.5.2 - Pressione media del vento	11
1.5.3 - Azioni sismiche	11
1.6 - INDICAZIONE DELLE COMBINAZIONI DELLE AZIONI	16
1.7 - CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO	17
1.7.1 - Condizioni elementari di carico	17
1.8 - COMBINAZIONI DI CARICO	18
1.9 - METODO DI ANALISI ESEGUITO	21
1.10 - CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA	21
1.11 - DESCRIZIONE DEI MATERIALI	21
1.12 - ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	21
1.13 - CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	22
2 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	23
2.1 - MODELLO NUMERICO	23
2.1.1 - Metodologia di modellazione e di analisi	23
2.1.2 - Dati di input	25
2.2 - PRINCIPALI RISULTATI	28
2.2.1 - Risultati dell'analisi modale	28
2.2.2 - Tagli ai livelli	31

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.2.3 -	Inviluppo delle sollecitazioni	33
2.2.4 -	Spostamenti di interpiano estremi	36
2.3 -	VERIFICA AGLI STATI LIMITE DELLE STRUTTURE	37
2.3.1 -	Travi in legno sezione 48x112 cm	38
2.3.2 -	Travi in legno sezione 28x52 cm	40
2.3.3 -	Travi in legno sezione 20x32 cm	42
2.3.4 -	Pilastri in legno	44
2.3.5 -	Parete in legno da Fondazione a Piano 1 7-10	46
2.4 -	<u>VALUTAZIONI SULLE PRESSIONI SUL TERRENO</u>	51
3 -	RELAZIONE SUI MATERIALI	53
3.1 -	CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO.....	53
3.2 -	CARATTERISTICHE LEGNO LAMELLARE	55
3.3 -	CARATTERISTICHE PARETI E SOLAI IN LEGNO	56

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Indice delle figure

Figura 1: Inquadramento Satellitare.....	6
Figura 2: Modello strutturale estruso 3D	23
Figura 3: Modello di calcolo ad elementi finiti complessivo con fondazione su suolo elastico	24
Figura 4: Deformate relative al 6° MODO di vibrare- Vista 3D	29
Figura 5: Deformate relative al 19° MODO di vibrare- Vista 3D	29
Figura 6: Deformate relative al 26° MODO di vibrare- Vista 3D	30
Figura 7. Inviluppo Valori di M3 [kNm] - Aste.....	33
Figura 8. Inviluppo Valori di M2 [kNm] - Aste.....	33
Figura 9. Inviluppo azioni taglianti F2 [kN] - Aste.....	34
Figura 10. Inviluppo azioni taglianti F3 [kN] – Aste	34
Figura 11. Inviluppo azioni assiali [kN] – Aste	35
Figura 12 - Coefficiente di Sicurezza - Pressoflessione non sismica	48
Figura 13 - Coefficiente di Sicurezza - Pressoflessione sismica	49
Figura 14 - Coefficiente di Sicurezza - Taglio non sismico	49
Figura 15 - Coefficiente di Sicurezza - Taglio sismico.....	50
Figura 16: Pressione Minima Inviluppo Combinazioni SLU.....	51
Figura 17 - Pressione Minima Inviluppo Combinazioni SLV FONDAZIONI.....	51

1 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO STRUTTURALE

1.1 - Descrizione delle opere strutturali

Oggetto della presente relazione sono le opere strutturali previste nel progetto di "Integrazione ed Ampliamento dell'edificio scolastico per scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" situato in Via Giuseppe Bonavoglia, 10l a Tortona.

Il fabbricato esistente, realizzato nel 2008, le cui strutture sono composte da pilastri rettangolari prefabbricati, pilastri circolari in c.a. in opera e copertura in legno lamellare, non presenta criticità dal punto di vista della vulnerabilità sismica trattandosi di un fabbricato monopiano con copertura leggera.

Dal punto di vista strutturale per il fabbricato esistente si prevede il rinforzo dei soli nodi di appoggio delle travi di copertura in legno nei pilastri in calcestruzzo.

Trattandosi di appoggi composti da piastre metalliche, si prevede un rinforzo dei nodi di appoggio con la realizzazione di piastre di irrigidimento e bulloneria tale da vincolare le travi in legno in entrambe le direzioni.

Inoltre le opere in oggetto prevedono la realizzazione di aperture nei pannelli prefabbricati presenti nel perimetro del fabbricato esistente. Trattandosi di pannelli prefabbricati alleggeriti con materiale coibentante, le nuove aperture previste non interferiranno con i montanti in c.a. presenti nel perimetro e nella mezzeria dei pannelli.

Infine, è previsto un ampliamento nel lato nord-ovest del fabbricato esistente, composto da un fabbricato strutturalmente indipendente, composto da elementi in legno in c.a. come analizzato nei paragrafi seguenti.

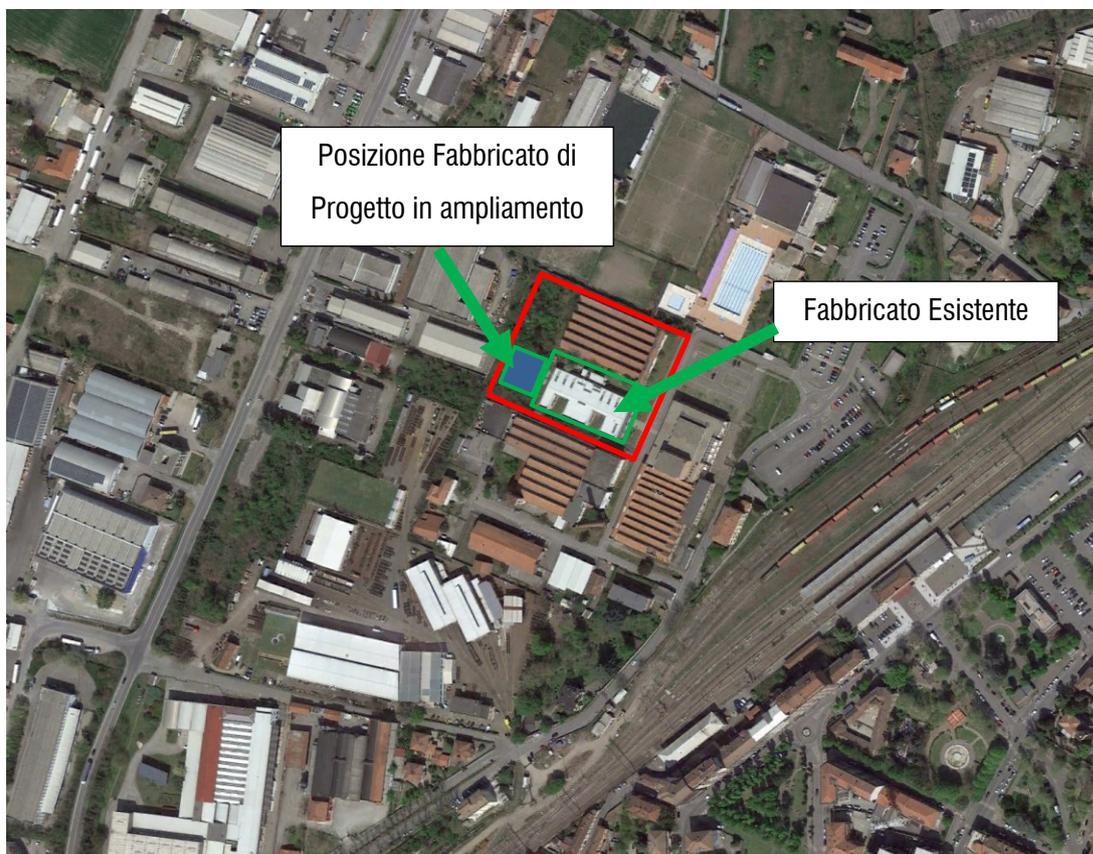


Figura 1: Inquadramento Satellitare

1.2 - Descrizione generale delle strutture in ampliamento

La struttura del fabbricato in ampliamento presenta una forma in pianta pressoché rettangolare di lati 22x34 m circa, la quale può essere sintetizzata nelle seguenti componenti principali:

CORPO PRINCIPALE

- Platea di fondazione di spessore pari a 25 cm;
- Muro di base in c.a. per appoggio pareti in legno di spessore 15.8 cm;
- Pareti in XLAM di spessore 15.8 cm;
- Pilastrini in legno di sezione 40x48 cm
- Travi in legno di sezione variabile in corrispondenza delle aperture
- Solaio in XLAM di spessore 20cm.
- Parete in c.a. di spessore 25 cm

1.3 - Condizioni d'uso e livelli di sicurezza della costruzione

Trattandosi di un Fabbricato con destinazione scolastica sono state definite le seguenti condizioni d'uso:

- **TIPO DI COSTRUZIONE 3 ⇒ Vita Nominale = 75 anni**
- **CLASSE D'USO II**

1.4 - Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

1.4.1 - Norme di riferimento cogenti

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

- D.M. 17.1.2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - "Istruzioni per l'applicazione del' Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

In mancanza di una precisa indicazione delle NTC 2018, e rifacendosi al capitolo 1 delle medesime norme che riporta "per quanto non espressamente specificato nel presente documento ci si può riferire a normative di comprovata validità. In particolare, quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali che costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo alle presenti norme.”

- UNI EN 1991 – EC1 – “Azioni sulle strutture”
- UNI EN 1992 – EC2 – “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”
- UNI EN 1993 – EC3 – “Progettazione delle strutture in acciaio”
- UNI EN 1997 – EC7 – “Progettazione geotecnica”
- UNI EN 1998 – EC8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”
- UNI EN 206-1/2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 11104/2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.
- UNI 9503/2007 – “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi d’acciaio”.
- D.M. 16.02.07 – “Classificazione e resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

1.5 - Azioni di progetto sulla costruzione

1.5.1 - Carichi gravitazionali e sovraccarichi

Si riportano in seguito i carichi gravitazionali considerati.

- Carico di Piano

CARICO COPERTURA		
Peso proprio strutturale G_{k1}	100	daN/m ²
Peso permanente portato G_{k2} – Pacchetto di Finitura e Impianti	300	daN/m ²
Sovraccarico per Cat. C2 – Q_{k1} (In previsione di una futura sopraelevazione)	400	daN/m ²
TOTALE CARICHI CARATTERISTICI	800	daN/m²

Oltre ai carichi superficiali di piano è stato assegnato un carico superficiale di 50 daN/m² alle pareti in legno.

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

1.5.2 - Pressione media del vento

Vista la tipologia di struttura è stata trascurata l'azione del vento.

1.5.3 - Azioni sismiche

Parametri per la definizione dell'azione sismica:

- Localizzazione del sito :
Tortona (AL)
(Longitudine: **8.8586°**; Latitudine: **44.9014°**)
- Categoria topografica: **T1**
- Categoria di sottosuolo: **C**
- Tipo di Opera: **3** → Vita nominale: **Vn = 50 anni**
- Classe d'Uso: III
- Coeff. d'uso: **Cu = 1.5**

quindi:

- Periodo di riferimento: **Vr = 75 anni**

L'azione sismica è stata quindi definita mediante spettri di risposta dell'accelerazione in riferimento ai seguenti parametri:

Tipo di costruzione: 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn: Default (50)

Classe d'uso: III

Località: Alessandria, Tortona
 Latitudine ED50 44.9014° (44° 54' 5")
 Longitudine ED50 8.8586° (8° 51' 31")
 Altitudine s.l.m. 18.24 m

Vr: Default (75)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	45	Default (0.0282)	Default (2.492)	Default (0.204)
SLD	Default (63)	75	Default (0.0358)	Default (2.515)	Default (0.223)
SLV	Default (10)	712	Default (0.095)	Default (2.46)	Default (0.276)
SLC	Default (5)	1462	Default (0.1255)	Default (2.457)	Default (0.28)

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

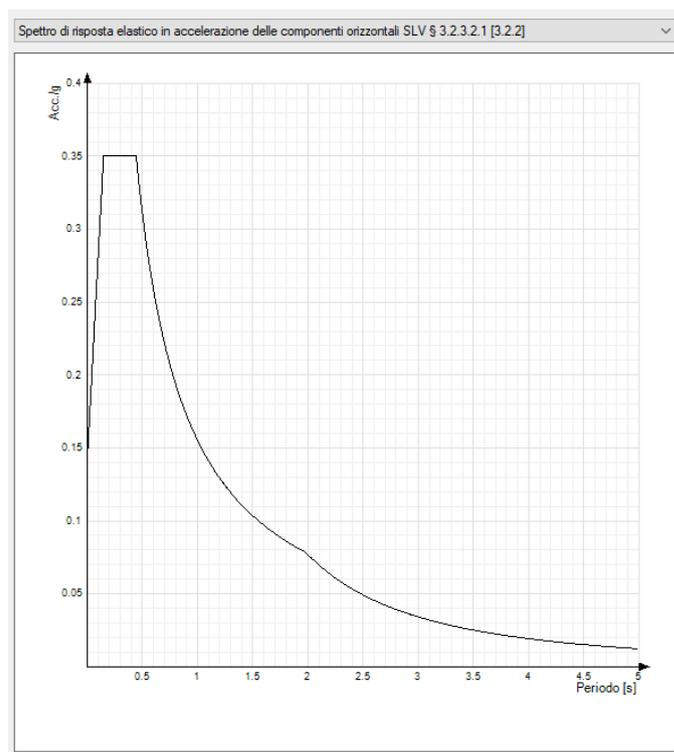
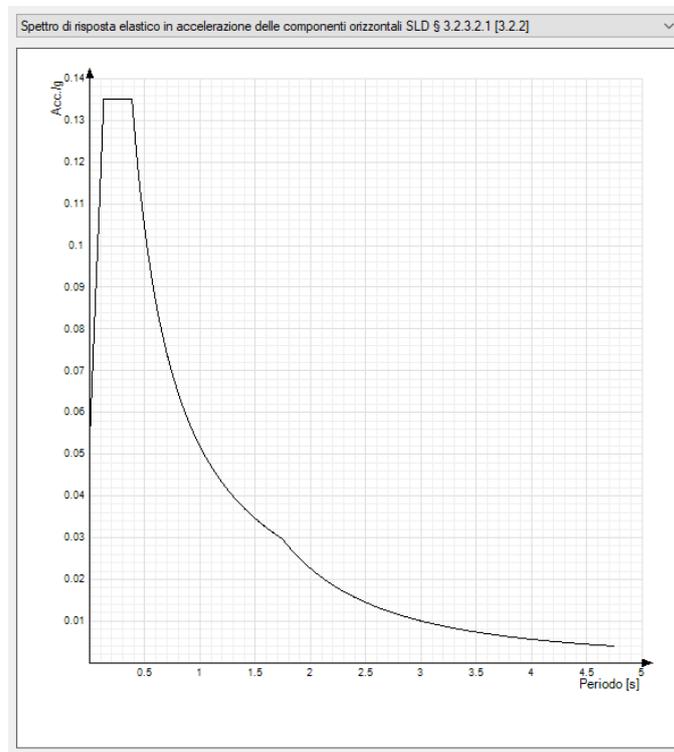
Classe di duttilità	Non dissipativa	▼
Regolarità in pianta	<input type="checkbox"/>	
Regolarità in elevazione	<input type="checkbox"/>	

Categoria del suolo	C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati		▼
SLO			
Ss orizzontale SLO	Default (1.5)	▼	
Tb orizzontale SLO	s Default (0.121)	▼	
Tc orizzontale SLO	s Default (0.362)	▼	
Td orizzontale SLO	s Default (1.713)	▼	
SLD			
Ss orizzontale SLD	Default (1.5)	▼	
Tb orizzontale SLD	s Default (0.128)	▼	
Tc orizzontale SLD	s Default (0.384)	▼	
Td orizzontale SLD	s Default (1.743)	▼	
SLV			
Ss orizzontale SLV	Default (1.5)	▼	
Tb orizzontale SLV	s Default (0.148)	▼	
Tc orizzontale SLV	s Default (0.443)	▼	
Td orizzontale SLV	s Default (1.98)	▼	
SLC			
Ss orizzontale SLC	Default (1.5)	▼	
Tb orizzontale SLC	s Default (0.149)	▼	
Tc orizzontale SLC	s Default (0.447)	▼	
Td orizzontale SLC	s Default (2.102)	▼	

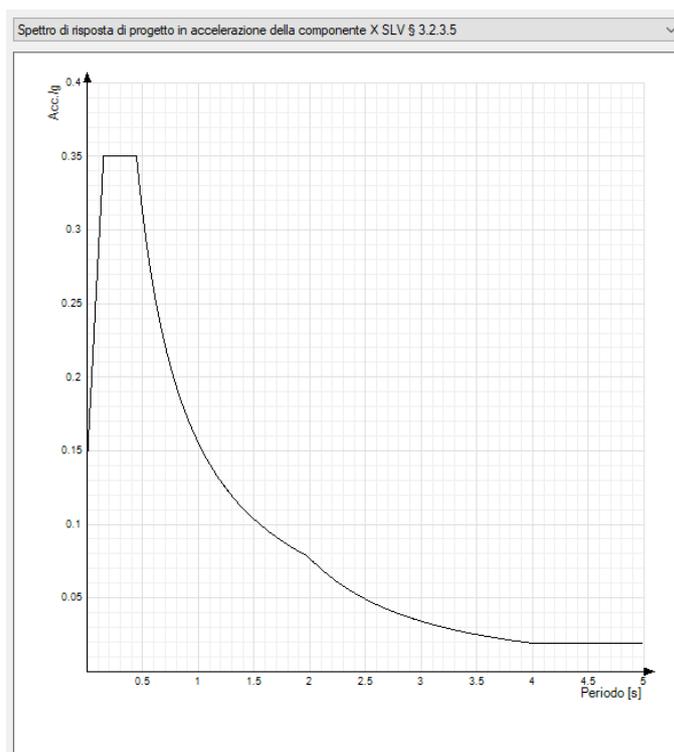
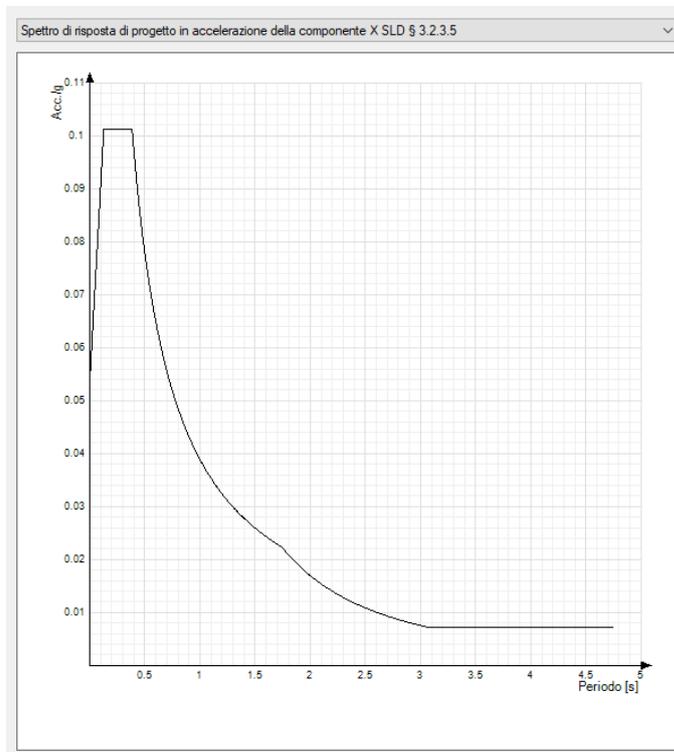
Ai fini della definizione dell'Azione Sismica di Progetto si è fatto riferimento all'Approccio Semplificato di Norma che si basa sulla Classificazione del sottosuolo in funzione della Velocità delle onde di taglio V_s ; in particolare, come da relazione Geologica Allegata, è stato considerato un SUOLO DI TIPO C

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Gli spettri utilizzati per i vari stati limite indagati sono pertanto i seguenti:



SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)



SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

1.6 - Indicazione delle combinazioni delle azioni

Valori dei coefficienti parziali:

	γ_F favorevole	γ_F sfavorevole
CARICHI PERMANENTI	1	1.3
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	0	1.5
CARICHI VARIABILI	0	1.5

In dettaglio, sono state considerate le seguenti condizioni elementari di carico e relative combinazioni di carico, indicate nelle pagine seguenti.

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

1.7 - Condizioni elementari di carico

1.7.1 - Condizioni elementari di carico

Descrizione: nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: nome breve assegnato alla condizione elementare.

Durata: descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

ψ_0 : coefficiente moltiplicatore ψ_0 . Il valore è adimensionale.

ψ_1 : coefficiente moltiplicatore ψ_1 . Il valore è adimensionale.

ψ_2 : coefficiente moltiplicatore ψ_2 . Il valore è adimensionale.

Con segno: descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile C	Variabile C	Media	0.7	0.7	0.6	
Neve	Neve	Media	0.7	0.5	0.3	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	X SLD					
Sisma Y SLD	Y SLD					
Sisma Z SLD	Z SLD					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Sisma X SLO	X SLO					
Sisma Y SLO	Y SLO					
Sisma Z SLO	Z SLO					
Eccentricità Y per sisma X SLO	EySx SLO					
Eccentricità X per sisma Y SLO	ExSy SLO					
Terreno sisma X SLV	Tr sLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr sLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr sLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr x SLD					
Terreno sisma Y SLD	Tr y SLD					
Terreno sisma Z SLD	Tr z SLD					
Terreno sisma X SLO	Tr x SLO					
Terreno sisma Y SLO	Tr y SLO					
Terreno sisma Z SLO	Tr z SLO					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

1.8 - Combinazioni di carico

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Neve: Neve

Vento X: Vento X

ΔT: ΔT

X SLO: Sisma X SLO

Y SLO: Sisma Y SLO

Z SLO: Sisma Z SLO

EySx SLO: Eccentricità Y per sisma X SLO

ExSy SLO: Eccentricità X per sisma Y SLO

Tr x SLO: Terreno sisma X SLO

Tr y SLO: Terreno sisma Y SLO

Tr z SLO: Terreno sisma Z SLO

X SLD: Sisma X SLD

Y SLD: Sisma Y SLD

Z SLD: Sisma Z SLD

EySx SLD: Eccentricità Y per sisma X SLD

ExSy SLD: Eccentricità X per sisma Y SLD

Tr x SLD: Terreno sisma X SLD

Tr y SLD: Terreno sisma Y SLD

Tr z SLD: Terreno sisma Z SLD

SLV X: Sisma X SLV

SLV Y: Sisma Y SLV

SLV Z: Sisma Z SLV

EySx SLV: Eccentricità Y per sisma X SLV

ExSy SLV: Eccentricità X per sisma Y SLV

Tr sLV X: Terreno sisma X SLV

Tr sLV Y: Terreno sisma Y SLV

Tr sLV Z: Terreno sisma Z SLV

Rig Ux: Rig Ux

Rig Uy: Rig Uy

Rig Rz: Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	1.05	1.5	0
4	SLU 4	1	0.8	1.5	0	0
5	SLU 5	1	0.8	1.5	1.05	0
6	SLU 6	1	1.5	0	0	0
7	SLU 7	1	1.5	0	1.5	0
8	SLU 8	1	1.5	1.05	1.5	0
9	SLU 9	1	1.5	1.5	0	0
10	SLU 10	1	1.5	1.5	1.05	0
11	SLU 11	1.3	0.8	0	0	0
12	SLU 12	1.3	0.8	0	1.5	0
13	SLU 13	1.3	0.8	1.05	1.5	0
14	SLU 14	1.3	0.8	1.5	0	0
15	SLU 15	1.3	0.8	1.5	1.05	0
16	SLU 16	1.3	1.5	0	0	0
17	SLU 17	1.3	1.5	0	1.5	0
18	SLU 18	1.3	1.5	1.05	1.5	0
19	SLU 19	1.3	1.5	1.5	0	0
20	SLU 20	1.3	1.5	1.5	1.05	0

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0	0
2	SLE RA 2	1	1	0	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0.7	1	0
4	SLE RA 4	1	1	1	0	0
5	SLE RA 5	1	1	1	0.7	0

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.5	0
3	SLE FR 3	1	1	0.6	0.5	0
4	SLE FR 4	1	1	0.7	0	0
5	SLE FR 5	1	1	0.7	0.3	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0.3	0
3	SLE QP 3	1	1	0.6	0	0
4	SLE QP 4	1	1	0.6	0.3	0

Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT
------	------------	------	-------	-------------	------	----

Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLO	Y SLO
1	SLO 1	1	1	0.6	0.3	0	-1	-0.3
2	SLO 2	1	1	0.6	0.3	0	-1	-0.3
3	SLO 3	1	1	0.6	0.3	0	-1	0.3
4	SLO 4	1	1	0.6	0.3	0	-1	0.3
5	SLO 5	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	-1
6	SLO 6	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	-1
7	SLO 7	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	1
8	SLO 8	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	1
9	SLO 9	1	1	0.6	0.3	0	0.3	-1
10	SLO 10	1	1	0.6	0.3	0	0.3	-1
11	SLO 11	1	1	0.6	0.3	0	0.3	1
12	SLO 12	1	1	0.6	0.3	0	0.3	1
13	SLO 13	1	1	0.6	0.3	0	1	-0.3
14	SLO 14	1	1	0.6	0.3	0	1	-0.3
15	SLO 15	1	1	0.6	0.3	0	1	0.3
16	SLO 16	1	1	0.6	0.3	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLO 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLD	Y SLD
1	SLD 1	1	1	0.6	0.3	0	-1	-0.3
2	SLD 2	1	1	0.6	0.3	0	-1	-0.3
3	SLD 3	1	1	0.6	0.3	0	-1	0.3
4	SLD 4	1	1	0.6	0.3	0	-1	0.3
5	SLD 5	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	-1
6	SLD 6	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	-1
7	SLD 7	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	1
8	SLD 8	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	1
9	SLD 9	1	1	0.6	0.3	0	0.3	-1
10	SLD 10	1	1	0.6	0.3	0	0.3	-1
11	SLD 11	1	1	0.6	0.3	0	0.3	1
12	SLD 12	1	1	0.6	0.3	0	0.3	1
13	SLD 13	1	1	0.6	0.3	0	1	-0.3

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	X SLD	Y SLD
14	SLD 14	1	1	0.6	0.3	0	1	-0.3
15	SLD 15	1	1	0.6	0.3	0	1	0.3
16	SLD 16	1	1	0.6	0.3	0	1	0.3

Nome	Nome breve	Z SLD	EySx SLD	ExSy SLD	Tr x SLD	Tr y SLD	Tr z SLD
1	SLD 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Poiché il numero di condizioni elementari previste per le combinazioni di questa famiglia è cospicuo, la tabella verrà spezzata in più parti.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile C	Neve	ΔT	SLV X	SLV Y
1	SLV 1	1	1	0.6	0.3	0	-1	-0.3
2	SLV 2	1	1	0.6	0.3	0	-1	-0.3
3	SLV 3	1	1	0.6	0.3	0	-1	0.3
4	SLV 4	1	1	0.6	0.3	0	-1	0.3
5	SLV 5	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	-1
6	SLV 6	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	-1
7	SLV 7	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	1
8	SLV 8	1	1	0.6	0.3	0	-0.3	1
9	SLV 9	1	1	0.6	0.3	0	0.3	-1
10	SLV 10	1	1	0.6	0.3	0	0.3	-1
11	SLV 11	1	1	0.6	0.3	0	0.3	1
12	SLV 12	1	1	0.6	0.3	0	0.3	1
13	SLV 13	1	1	0.6	0.3	0	1	-0.3
14	SLV 14	1	1	0.6	0.3	0	1	-0.3
15	SLV 15	1	1	0.6	0.3	0	1	0.3
16	SLV 16	1	1	0.6	0.3	0	1	0.3

Nome	Nome breve	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV 1	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	0	1	-0.3	1	0.3	0

Famiglia Calcolo rigidità torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

1.9 - Metodo di analisi eseguito

Per tutti e tre i modelli considerati è stata effettuata una **ANALISI LINEARE DINAMICA MODALE** considerando un numero di modi con massa totale partecipante superiore all'85%.

I principali risultati ottenuti dall'analisi dei tre modelli sono illustrati al paragrafo 2.2 della presente relazione.

1.10 - Criteri di verifica agli stati limite indagati in presenza di azione sismica

Le verifiche degli elementi strutturali primari sono state eseguite come previsto al § 7.3.6 per ciascuno degli stati limite richiesti considerando la Classe d'Uso II; in particolare, avendo considerato, come di seguito illustrato, una struttura di tipo NON DISSIPATIVO, le verifiche sono state condotte in termini di Rigidezza, Resistenza e Duttilità (quando richiesto) applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

1.11 - Descrizione dei materiali

Come descritto nella "Relazione sui materiali", il calcestruzzo utilizzato per gli elementi di nuova costruzione è classe C25/30 per le strutture di fondazione e C32/40 per le strutture in elevazione, acciaio per le barre ad aderenza migliorata B450C, travi in legno lamellare GL24h e pareti e solai in pannelli XLAM.

1.12 - Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione

La struttura è stata modellata tramite il programma di calcolo Sismicad versione 12.18 mediante elementi monodimensionali tipo "beam" per travi e pilastri ed elementi "shell" per le pareti, le solette e per la platea di fondazione.

È stata effettuata una **ANALISI LINEARE DINAMICA MODALE** considerando un numero di modi con massa totale partecipante superiore all'85%.

Il calcolo è stato condotto nel rispetto delle "NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" - NTC 2018 considerando la **struttura non dissipativa**, e la verifica degli elementi è stata condotta agli stati limite mediante l'**APPROCCIO 2**.

Sono stati ricavati per ciascuno degli stati limite considerati gli spettri relativi alle componenti orizzontale e verticale in funzione dei parametri a_g , F_0 e T_c definiti per il reticolo di riferimento in corrispondenza del sito in oggetto. Tutte le elaborazioni sono state controllate manualmente.

È stata considerata una struttura non dissipativa, per questo motivo è stato considerato un coefficiente di struttura unitario:

$$q = 1$$

1.13 - Caratteristiche e affidabilità dei codici di calcolo

Sismicad versione 12.20 è dotato di un solutore per l'analisi numerica delle strutture condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti.

Struttura del file di input ed organizzazione del programma

Il solutore ad elementi finiti è un programma aperto dal punto di vista dell'immissione dei dati, i quali sono immessi attraverso un separatore alfabetico iniziale e da una successione di stringhe alfabetiche seguite da un segno di eguale e dal valore numerico.

I blocchi dati possono essere immessi senza alcuna priorità e tutti i dati letti vengono di volta in volta processati, controllati e archiviati in file binari o sequenziali avendo quindi la possibilità, in ogni momento dell'elaborazione, di attingere dati da files ove se ne ravvisi la necessità.

Questa organizzazione del programma lo rende quindi di facile sviluppo ed ampliamento senza che ne venga sconvolto l'impianto generale e consente facilmente successivi aggiornamenti.

Il check dei dati

È la fase più complessa del programma. Ogni dato immesso viene processato, ne viene controllata la compatibilità e, in caso di errore, viene segnato a video e in un file di errore il problema riscontrato.

La modellazione strutturale

Il programma consente di analizzare strutture tridimensionali discretizzate attraverso elementi finiti mono e bidimensionali che si connettono in certi punti detti nodi. Ogni nodo possiede 6 gradi di libertà, 3 traslazioni e 3 rotazioni che sono espressi nel sistema di riferimento globale a cui è riferita la struttura. Su ogni nodo strutturale possono essere assegnati carichi e coppie concentrate, masse traslazionali e rotazionali. Ogni nodo strutturale può essere collegato ad altri nodi strutturali attraverso legami di tipo rigido che rispettano la meccanica dei corpi rigidi. In particolare è possibile modellare piani rigidi, disassamenti strutturali (ad esempio tra pilastri), connessioni totalmente rigide tra nodi. Tutti i carichi, le coppie, le masse traslazionali e rotazionali assegnate ai nodi dipendenti sono riportate in automatico ai nodi principali attraverso il loro valore e coppie di trasporto.

2 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1 - Modello numerico

2.1.1 - Metodologia di modellazione e di analisi

La modellazione tramite il programma di calcolo Sismicad 12.20 permette l'introduzione degli elementi strutturali mediante solidi tridimensionali con le caratteristiche proprie delle parti.

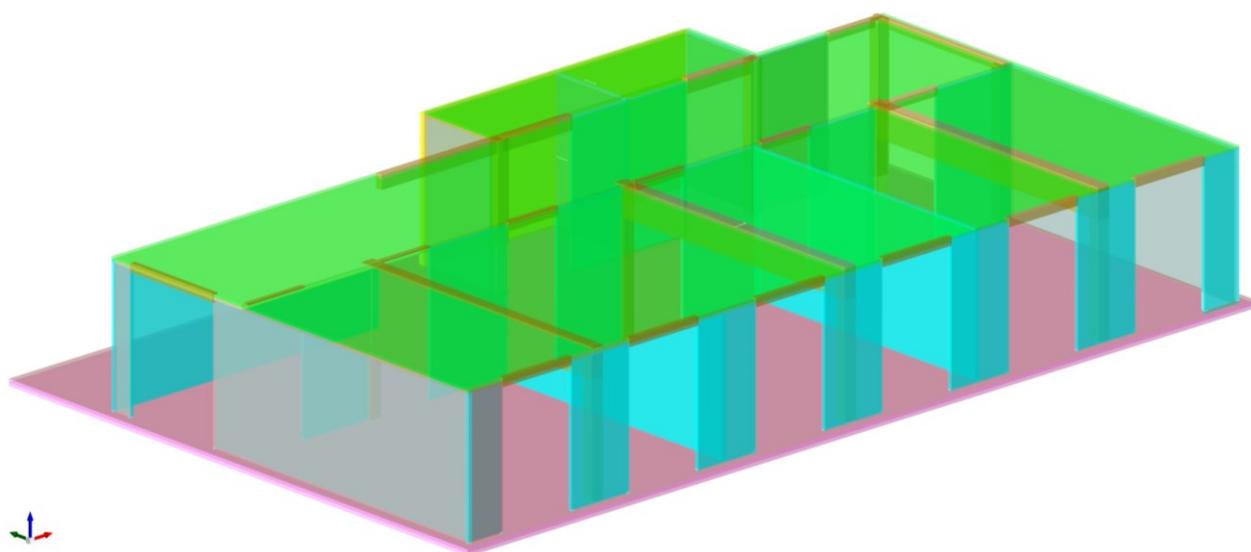
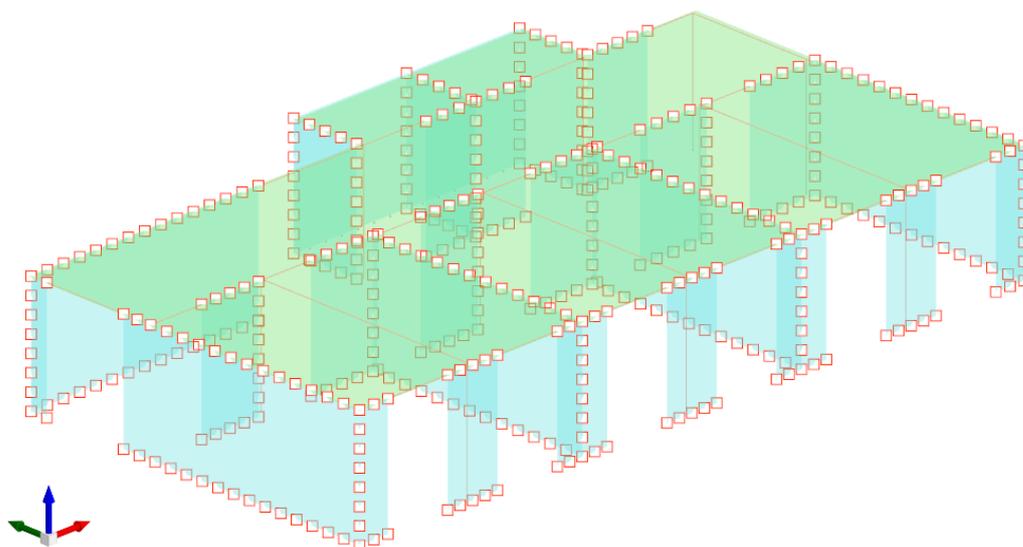


Figura 2: Modello strutturale estruso 3D

A partire da tale modello attraverso l'interpretazione della geometria complessiva il programma elabora il vero e proprio modello di calcolo ad elementi finiti:



SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Figura 3: Modello di calcolo ad elementi finiti complessivo con fondazione su suolo elastico

Il calcolo dell'elevazione è stato eseguito considerando la struttura incastrata alla base.

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.1.2 - Dati di input

Livelli

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: nome assegnato al livello.

Quota: quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

Spessore: spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	-40	25
L2	Piano 1	490	20

Tronchi

Descrizione breve: nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: nome assegnato al tronco.

Quota 1: riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Quota 2: riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Piano 1

Travi in legno

Travi in legno di falda

Sezione: riferimento ad una definizione di sezione in legno

P.i.: posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. S=Sinistra, C=Centro, D=Destra

Fal.: quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Punto i.: punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Sopraf.: posizionamento sopra falda della trave di falda.

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale in legno.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare. L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento. G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sistema verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y								
R 48x112	C	L2	3015.2	668.9	3015.2	1755.2	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	2.26
R 20x32	D	L2	240.2	2248.1	240.2	1858.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 28x52	S	L2	1388.2	2336	1915.2	2336	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.61
R 28x52	D	L2	1915.2	2306	2215.2	2306	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.61
R 20x32	S	L2	3039.2	1731	3254.2	1731	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	S	L2	2490.2	1731	2705.2	1731	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	S	L2	1939.2	1731	2154.2	1731	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	S	L2	1390.2	1731	1605.2	1731	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	S	L2	839.2	1735.2	1054.2	1735.2	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	S	L2	3340.2	2336	3566.2	2336	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	D	L2	505.2	1731	256	1731	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	D	L2	940.2	653.1	1240.2	653.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	D	L2	1490.2	653.1	1790.2	653.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	D	L2	2040.2	653.1	2340.2	653.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	D	L2	2590.2	653.1	2890.2	653.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	D	L2	3140.2	653.1	3440.2	653.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 20x32	C	L2	3566.2	1731	3566.2	2346	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 48x112	C	L2	815.2	668.9	815.2	1755.2	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	2.26
R 48x112	C	L2	1915.2	668.9	1915.2	1755.2	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	2.26
R 20x32	D	L2	390.2	653.1	690.2	653.1	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.27
R 28x52	D	L2	2715.2	2306	3015.2	2306	0	GL 24h EN 14080	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	Svincolo: M2, M3	0.61

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Colonne in legno

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sezione: riferimento ad una definizione di sezione in legno

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. SS=Sinistra-sotto, SC=Sinistra-centro, SA=Sinistra-alto, CS=Centro-sotto, CC=Centro-centro, CA=Centro-alto, DS=Destra-sotto, DC=Destra-centro, DA=Destra-alto

Punto: posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Ang.: angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Mat.: riferimento ad una definizione di materiale in legno.

Car.lin.: riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

Sovr.: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

C.i.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: peso per unità di lunghezza. [kN/m]

Corr.: lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y									
T1	R 48x40	SS	1891.2	2306	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	5-11
T1	R 48x40	SS	2992.2	2306	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	12-18
T1	R 48x40	SS	3542.2	2306	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	19
T1	R 48x40	SS	3542.2	1731	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	20-26
T1	R 48x40	SS	2991.2	1715.2	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	27-33
T1	R 48x40	SS	1891.2	1715.2	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	34-40
T1	R 48x40	SS	791.2	1715.2	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	41-47
T1	R 48x40	SS	791.2	668.9	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	48
T1	R 48x40	SS	1891.2	668.9	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	49
T1	R 48x40	SS	2991.2	668.9	0	GL24h	Nessuno; G	0	No	Svincolo: M2, M3	No	0.69	50

Piastre C.A.

Piastre C.A. di piano

Livello: quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

Punti: punti di definizione in pianta.

I.: indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Estr.: distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.sup.: riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

P.sup.: peso per unità di superficie. [kN/m²]

Fond.: riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Fori: riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	25	1	200.2	2778.1	0	C25/30				0	No	0.0625		
		2	200.2	613.1										
		3	3630.2	613.1										
		4	3630.2	2778.1										

Pareti C.A.

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Punto i.: punto iniziale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Punto f.: punto finale in pianta.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

Mat.: riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

Aperture: Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	Aperture
			X	Y	X	Y						
T1	25	Destra	1891.2	2653.1	3040.2	2653.1	C25/30			0	No	

Pareti in legno.

Tr.: riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Tip.: tecnologia costruttiva della parete.

Sp.: spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [cm]

P.i.: posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

Punto i.: punto iniziale in pianta.

X: coordinata X. [cm]

Y: coordinata Y. [cm]

Punto f.: punto finale in pianta.

X: coordinata X. [cm]

Y: coordinata Y. [cm]

Car.pot.: riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

DeltaT: riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

P.sup.: peso per unità di superficie. [daN/cm²]

Aperture: Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Tip.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Aperture
				X	Y	X	Y						
T1	XLAM	15.8	Destra	3340.2	2336	3040.2	2336			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2155.2	1731	2490.2	1731			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	3255.2	1731	3590.2	1731			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2457.3	2321.8	2457.3	2653.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	1891.2	2346	1891.2	2653.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	3024.4	2346	3024.4	2653.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	1605.2	1731	1891.2	1731			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	1790.2	668.9	2040.2	668.9			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2890.2	668.9	3140.2	668.9			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2473.1	1715.2	2473.1	668.9			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Destra	3440.2	653.1	3590.2	653.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Destra	3590.2	653.1	3590.2	1715.2			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	240.2	2248.1	240.2	2336			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Destra	690.2	653.1	940.2	653.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2215.2	2321.8	2715.2	2321.8			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	390.2	653.1	240.2	653.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	240.2	653.1	240.2	1858.1			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2705.2	1731	3039.2	1731			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	505.2	1731	791.2	1731			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	1054.2	1731	1390.2	1731			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	1373.1	1715.2	1373.1	668.9			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	1240.2	668.9	1490.2	668.9			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	240.2	2336	1388.2	2336			0	No	0.006636	
T1	XLAM	15.8	Sinistra	2340.2	668.9	2590.2	668.9			0	No	0.006636	

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.2 - Principali risultati

2.2.1 - Risultati dell'analisi modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.852178

Traslazione Y: 0.920489

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.968431

Rotazione Y: 0.923333

Rotazione Z: 0.821477

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.102805945	0.000000419	0.012140675	0	0.004350018	0.000000457	0.005127182	0.000000419	0.012140675
2	0.102785361	0.000497548	0.00006675	0	0.000023517	0.0005083	0.000817599	0.000497548	0.00006675
3	0.102755032	0.000001938	0.000026987	0	0.000006611	0.000002035	0.000008592	0.000001938	0.000026987
4	0.0971134475	0.06500018	0.000048336	0	0.000001701	0.044619085	0.012158847	0.06500018	0.000048336
5	0.096436125	0.000018229	0.015477434	0	0.006032084	0.000125437	0.00231436	0.000018229	0.015477434
6	0.087016625	0.576864974	0.001862022	0	0.001534608	0.588148716	0.063011768	0.576864974	0.001862022
7	0.080678858	0.000075161	0.000033399	0	0.000033049	0.000108674	0.000002164	0.000075161	0.000033399
8	0.080607702	0.000000213	0.000001598	0	0.000001786	0	0.000000511	0.000000213	0.000001598
9	0.07856066	0.07789458	0.002135528	0	0.001660466	0.141214203	0.002866821	0.07789458	0.002135528
10	0.076881435	0.008377061	0.008754587	0	0.004252896	0.011721668	0.013877695	0.008377061	0.008754587
11	0.073423689	0.000368893	0.025130971	0	0.014914989	0.000441087	0.00526119	0.000368893	0.025130971
12	0.073290019	0.000605934	0.000050201	0	0.000037955	0.000730777	0.001122604	0.000605934	0.000050201
13	0.072096539	0.001939998	0.000001513	0	0.000000002	0.005201559	0.000490235	0.001939998	0.000001513
14	0.07046666	0.001026175	0.006083077	0	0.00379501	0.001255254	0.000132504	0.001026175	0.006083077
15	0.069178331	0.001482019	0.009930686	0	0.005926448	0.00178736	0.013447147	0.001482019	0.009930686
16	0.066132905	0.000950838	0.030384329	0	0.022104695	0.001075593	0.024151429	0.000950838	0.030384329
17	0.065806171	0.000380438	0.024545464	0	0.019867463	0.000431342	0.005779107	0.000380438	0.024545464
18	0.065592809	0.000127303	0.003877777	0	0.003029303	0.000151027	0.003659129	0.000127303	0.003877777
19	0.059467496	0.000020372	0.758628028	0	0.858899933	0.000032548	0.339377692	0.000020372	0.758628028
20	0.059248115	0.000034777	0.015753531	0	0.017810443	0.000041652	0.008262682	0.000034777	0.015753531
21	0.050904737	0.000295355	0.000280009	0	0.000300593	0.000328798	0.001545997	0.000295355	0.000280009
22	0.050846974	0.000463495	0.000000866	0	0.000000035	0.000515781	0.001250793	0.000463495	0.000000866
23	0.050830138	0.000001499	0.000044079	0	0.000048173	0.000001602	0.000036885	0.000001499	0.000044079
24	0.048280714	0.000007404	0.000062577	0	0.000069104	0.000057952	0.000000024	0.000007404	0.000062577
25	0.046274312	0.00411403	0.000037755	0	0.000180339	0.004502878	0.011448584	0.00411403	0.000037755
26	0.045060221	0.107856006	0.003747386	0	0.001936764	0.116967553	0.298095621	0.107856006	0.003747386
27	0.041979747	0.002327709	0.000023019	0	0.001419422	0.002427339	0.004774576	0.002327709	0.000023019
28	0.040293269	0.00067387	0.000093374	0	0.000035784	0.000028237	0.000010526	0.00067387	0.000093374
29	0.03947882	0.00006715	0.001200928	0	0.000151814	0.000075426	0.001289292	0.00006715	0.001200928
30	0.039372843	0.000704424	0.000065632	0	0.000005271	0.000830902	0.001155015	0.000704424	0.000065632

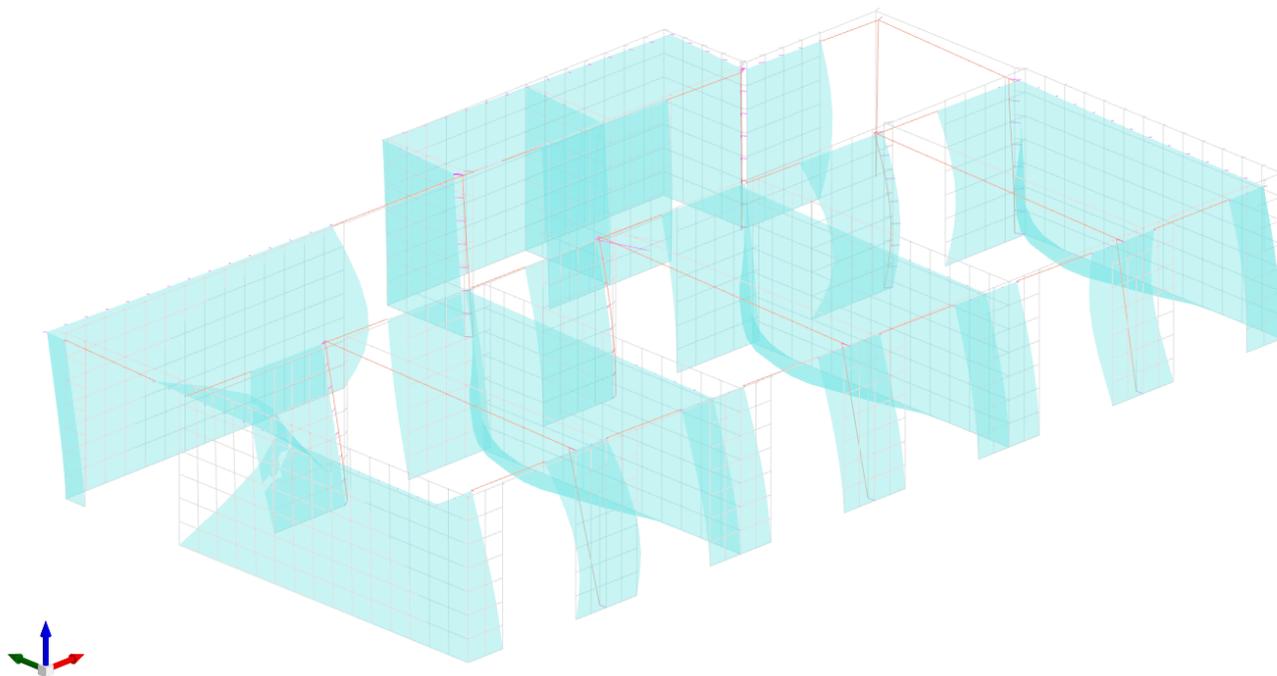


Figura 4: Deformate relative al 6° MODO di vibrare- Vista 3D

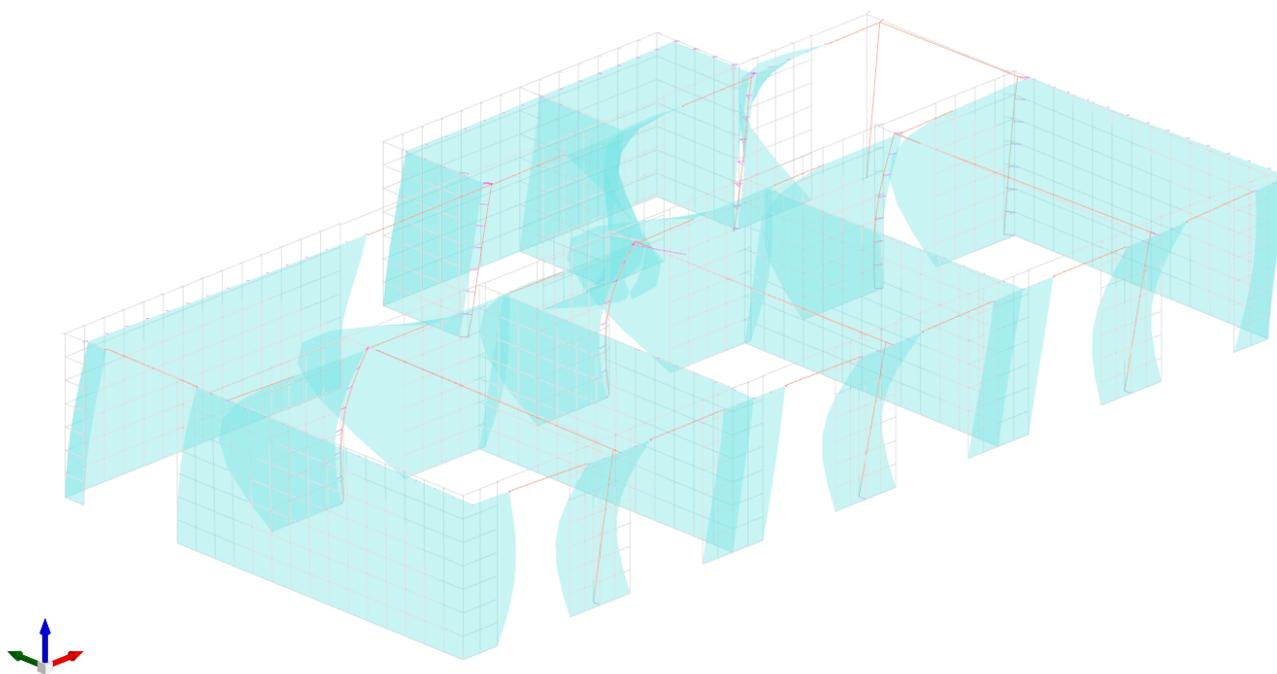


Figura 5: Deformate relative al 19° MODO di vibrare- Vista 3D

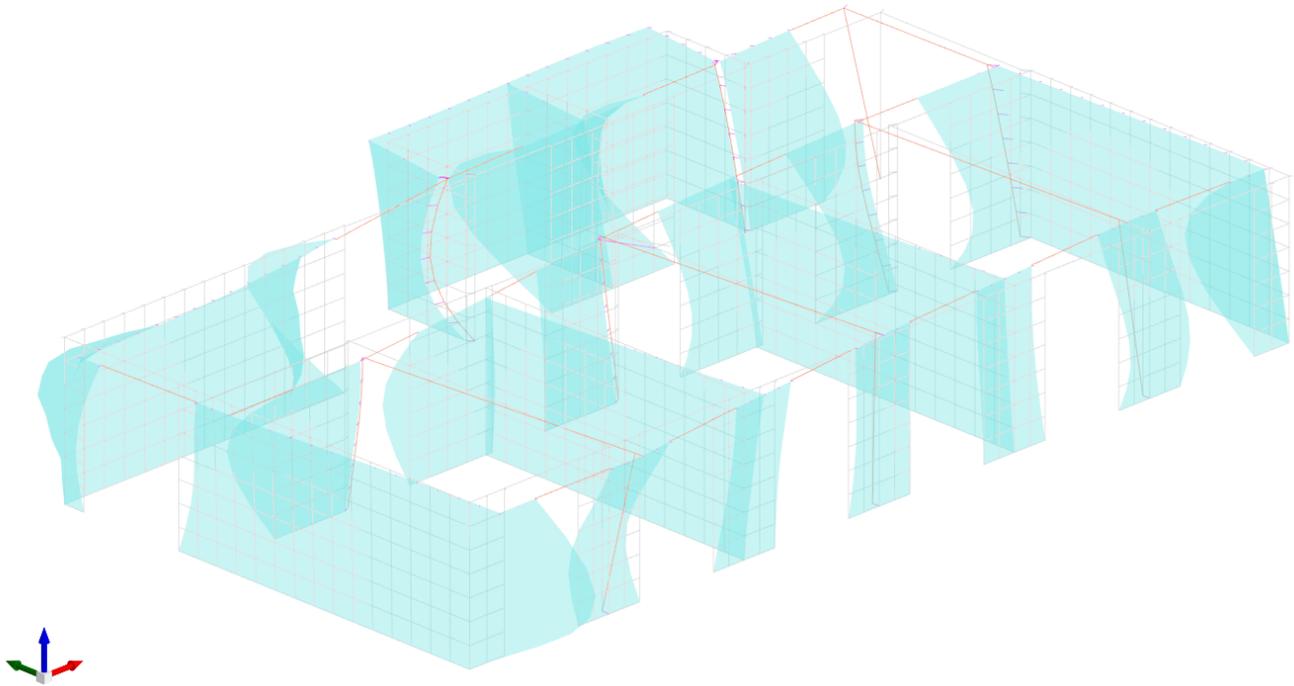


Figura 6: Deformate relative al 26° MODO di vibrare- Vista 3D

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.2.2 - Tagli ai livelli

Livello: livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

Nome: nome completo del livello.

Cont.: Contesto nel quale viene valutato il taglio.

N.br.: nome breve della condizione o combinazione di carico.

Totale: totale del taglio al livello.

F: forza del taglio. [kN]

X: componente lungo l'asse X globale. [kN]

Y: componente lungo l'asse Y globale. [kN]

Z: componente lungo l'asse Z globale. [kN]

Aste verticali: contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

F: forza del taglio. [kN]

X: componente lungo l'asse X globale. [kN]

Y: componente lungo l'asse Y globale. [kN]

Z: componente lungo l'asse Z globale. [kN]

Pareti: contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

F: forza del taglio. [kN]

X: componente lungo l'asse X globale. [kN]

Y: componente lungo l'asse Y globale. [kN]

Z: componente lungo l'asse Z globale. [kN]

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti			
		Nome	N.br.	F	X	Y	Z	X	Y	Z	
Fondazione	Pesi		0	0	-1484.87	-0.99	-0.04	-114.83	0.99	0.04	-1370.04
Fondazione	Port.		0	0	-2057.56	-2.23	0.62	-192.91	2.23	-0.62	-1864.65
Fondazione	Variabile C		0	0	-2386.31	-3.03	0.66	-245.9	3.03	-0.66	-2140.41
Fondazione	SLV X		898.05	40.73	7.85	0.63	4.79	-143.75	897.42	35.94	151.6
Fondazione	SLV Y		-0.1	957.77	15.54	0.35	9	14.68	-0.45	948.77	0.86
Fondazione	X SLD		292.24	13.24	2.75	0.22	1.55	-46.76	292.01	11.68	49.51
Fondazione	Y SLD		-0.12	320.49	5.11	0.11	2.98	5.08	-0.23	317.5	0.03
Fondazione	X SLO		297.02	13.48	2.47	0.2	1.59	-47.55	296.82	11.9	50.03
Fondazione	Y SLO		0.03	310.94	5.1	0.12	2.94	4.65	-0.09	308	0.45
Fondazione	Rig Ux		0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0
Fondazione	Rig Uy		0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0
Fondazione	Rig Rz		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	SLU 1		0	0	-3130.92	-2.77	0.46	-269.16	2.77	-0.46	-2861.76
Fondazione	SLU 2		0	0	-3130.92	-2.77	0.46	-269.16	2.77	-0.46	-2861.76
Fondazione	SLU 3		0	0	-5636.55	-5.95	1.15	-527.36	5.95	-1.15	-5109.19
Fondazione	SLU 4		0	0	-6710.39	-7.32	1.45	-638.01	7.32	-1.45	-6072.37
Fondazione	SLU 5		0	0	-6710.39	-7.32	1.45	-638.01	7.32	-1.45	-6072.37
Fondazione	SLU 6		0	0	-4571.2	-4.34	0.89	-404.19	4.34	-0.89	-4167.01
Fondazione	SLU 7		0	0	-4571.2	-4.34	0.89	-404.19	4.34	-0.89	-4167.01
Fondazione	SLU 8		0	0	-7076.83	-7.52	1.59	-662.39	7.52	-1.59	-6414.44
Fondazione	SLU 9		0	0	-8150.68	-8.88	1.89	-773.05	8.88	-1.89	-7377.63
Fondazione	SLU 10		0	0	-8150.68	-8.88	1.89	-773.05	8.88	-1.89	-7377.63
Fondazione	SLU 11		0	0	-3576.38	-3.07	0.44	-303.61	3.07	-0.44	-3272.77
Fondazione	SLU 12		0	0	-3576.38	-3.07	0.44	-303.61	3.07	-0.44	-3272.77
Fondazione	SLU 13		0	0	-6082.01	-6.25	1.14	-561.81	6.25	-1.14	-5520.2
Fondazione	SLU 14		0	0	-7155.85	-7.61	1.44	-672.46	7.61	-1.44	-6483.39
Fondazione	SLU 15		0	0	-7155.85	-7.61	1.44	-672.46	7.61	-1.44	-6483.39
Fondazione	SLU 16		0	0	-5016.67	-4.63	0.88	-438.64	4.63	-0.88	-4578.02
Fondazione	SLU 17		0	0	-5016.67	-4.63	0.88	-438.64	4.63	-0.88	-4578.02
Fondazione	SLU 18		0	0	-7522.3	-7.81	1.58	-696.84	7.81	-1.58	-6825.45
Fondazione	SLU 19		0	0	-8596.14	-9.18	1.87	-807.5	9.18	-1.87	-7788.64
Fondazione	SLU 20		0	0	-8596.14	-9.18	1.87	-807.5	9.18	-1.87	-7788.64
Fondazione	SLE RA 1		0	0	-3542.43	-3.22	0.58	-307.74	3.22	-0.58	-3234.69
Fondazione	SLE RA 2		0	0	-3542.43	-3.22	0.58	-307.74	3.22	-0.58	-3234.69
Fondazione	SLE RA 3		0	0	-5212.85	-5.34	1.05	-479.87	5.34	-1.05	-4732.97
Fondazione	SLE RA 4		0	0	-5928.74	-6.25	1.24	-553.64	6.25	-1.24	-5375.1
Fondazione	SLE RA 5		0	0	-5928.74	-6.25	1.24	-553.64	6.25	-1.24	-5375.1
Fondazione	SLE FR 1		0	0	-3542.43	-3.22	0.58	-307.74	3.22	-0.58	-3234.69
Fondazione	SLE FR 2		0	0	-3542.43	-3.22	0.58	-307.74	3.22	-0.58	-3234.69
Fondazione	SLE FR 3		0	0	-4974.22	-5.04	0.98	-455.28	5.04	-0.98	-4518.93
Fondazione	SLE FR 4		0	0	-5212.85	-5.34	1.05	-479.87	5.34	-1.05	-4732.97
Fondazione	SLE FR 5		0	0	-5212.85	-5.34	1.05	-479.87	5.34	-1.05	-4732.97
Fondazione	SLE QP 1		0	0	-3542.43	-3.22	0.58	-307.74	3.22	-0.58	-3234.69
Fondazione	SLE QP 2		0	0	-3542.43	-3.22	0.58	-307.74	3.22	-0.58	-3234.69
Fondazione	SLE QP 3		0	0	-4974.22	-5.04	0.98	-455.28	5.04	-0.98	-4518.93
Fondazione	SLE QP 4		0	0	-4974.22	-5.04	0.98	-455.28	5.04	-0.98	-4518.93
Fondazione	SLO 1		-297.03	-106.77	-4978.22	-5.27	-1.49	-409.12	-291.75	-105.28	-4569.1
Fondazione	SLO 2		-297.03	-106.77	-4978.22	-5.27	-1.49	-409.12	-291.75	-105.28	-4569.1
Fondazione	SLO 3		-297.01	79.8	-4975.16	-5.2	0.27	-406.33	-291.81	79.53	-4568.82
Fondazione	SLO 4		-297.01	79.8	-4975.16	-5.2	0.27	-406.33	-291.81	79.53	-4568.82
Fondazione	SLO 5		-89.13	-314.99	-4980.06	-5.22	-2.44	-445.67	-83.92	-312.55	-4534.39
Fondazione	SLO 6		-89.13	-314.99	-4980.06	-5.22	-2.44	-445.67	-83.92	-312.55	-4534.39
Fondazione	SLO 7		-89.08	306.9	-4969.85	-4.98	3.45	-436.36	-84.1	303.45	-4533.49
Fondazione	SLO 8		-89.08	306.9	-4969.85	-4.98	3.45	-436.36	-84.1	303.45	-4533.49
Fondazione	SLO 9		89.08	-306.9	-4978.58	-5.1	-1.49	-474.2	94.17	-305.41	-4504.38
Fondazione	SLO 10		89.08	-306.9	-4978.58	-5.1	-1.49	-474.2	94.17	-305.41	-4504.38

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Livello Nome	Cont. N.br.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	SLO 11	89.13	314.99	-4968.37	-4.86	4.4	-464.9	93.99	310.59	-4503.47
Fondazione	SLO 12	89.13	314.99	-4968.37	-4.86	4.4	-464.9	93.99	310.59	-4503.47
Fondazione	SLO 13	297.01	-79.8	-4973.27	-4.87	1.68	-504.23	301.88	-81.48	-4469.04
Fondazione	SLO 14	297.01	-79.8	-4973.27	-4.87	1.68	-504.23	301.88	-81.48	-4469.04
Fondazione	SLO 15	297.03	106.77	-4970.21	-4.8	3.45	-501.44	301.83	103.32	-4468.77
Fondazione	SLO 16	297.03	106.77	-4970.21	-4.8	3.45	-501.44	301.83	103.32	-4468.77
Fondazione	SLD 1	-292.2	-109.38	-4978.5	-5.29	-1.47	-410.04	-286.91	-107.91	-4568.46
Fondazione	SLD 2	-292.2	-109.38	-4978.5	-5.29	-1.47	-410.04	-286.91	-107.91	-4568.46
Fondazione	SLD 3	-292.27	82.91	-4975.43	-5.23	0.32	-406.99	-287.05	82.59	-4568.44
Fondazione	SLD 4	-292.27	82.91	-4975.43	-5.23	0.32	-406.99	-287.05	82.59	-4568.44
Fondazione	SLD 5	-87.55	-324.46	-4980.16	-5.21	-2.47	-446.34	-82.34	-321.99	-4533.82
Fondazione	SLD 6	-87.55	-324.46	-4980.16	-5.21	-2.47	-446.34	-82.34	-321.99	-4533.82
Fondazione	SLD 7	-87.79	316.52	-4969.93	-5	3.5	-436.17	-82.8	313.02	-4533.76
Fondazione	SLD 8	-87.79	316.52	-4969.93	-5	3.5	-436.17	-82.8	313.02	-4533.76
Fondazione	SLD 9	87.79	-316.52	-4978.5	-5.08	-1.54	-474.39	92.87	-314.98	-4504.11
Fondazione	SLD 10	87.79	-316.52	-4978.5	-5.08	-1.54	-474.39	92.87	-314.98	-4504.11
Fondazione	SLD 11	87.55	324.46	-4968.28	-4.86	4.43	-464.23	92.41	320.03	-4504.05
Fondazione	SLD 12	87.55	324.46	-4968.28	-4.86	4.43	-464.23	92.41	320.03	-4504.05
Fondazione	SLD 13	292.27	-82.91	-4973	-4.85	1.64	-503.57	297.12	-84.55	-4469.43
Fondazione	SLD 14	292.27	-82.91	-4973	-4.85	1.64	-503.57	297.12	-84.55	-4469.43
Fondazione	SLD 15	292.2	109.38	-4969.93	-4.78	3.43	-500.52	296.98	105.96	-4469.41
Fondazione	SLD 16	292.2	109.38	-4969.93	-4.78	3.43	-500.52	296.98	105.96	-4469.41
Fondazione	SLV 1	-898.02	-328.06	-4986.73	-5.77	-6.51	-315.94	-892.25	-321.55	-4670.8
Fondazione	SLV 2	-898.02	-328.06	-4986.73	-5.77	-6.51	-315.94	-892.25	-321.55	-4670.8
Fondazione	SLV 3	-898.08	246.6	-4977.41	-5.57	-1.11	-307.13	-892.52	247.71	-4670.28
Fondazione	SLV 4	-898.08	246.6	-4977.41	-5.57	-1.11	-307.13	-892.52	247.71	-4670.28
Fondazione	SLV 5	-269.32	-969.99	-4992.12	-5.57	-9.46	-426.84	-263.74	-960.53	-4565.28
Fondazione	SLV 6	-269.32	-969.99	-4992.12	-5.57	-9.46	-426.84	-263.74	-960.53	-4565.28
Fondazione	SLV 7	-269.51	945.55	-4961.03	-4.88	8.54	-397.48	-264.63	937	-4563.55
Fondazione	SLV 8	-269.51	945.55	-4961.03	-4.88	8.54	-397.48	-264.63	937	-4563.55
Fondazione	SLV 9	269.51	-945.55	-4987.4	-5.2	-6.59	-513.09	274.71	-938.96	-4474.32
Fondazione	SLV 10	269.51	-945.55	-4987.4	-5.2	-6.59	-513.09	274.71	-938.96	-4474.32
Fondazione	SLV 11	269.32	969.99	-4956.31	-4.5	11.42	-483.73	273.82	958.57	-4472.59
Fondazione	SLV 12	269.32	969.99	-4956.31	-4.5	11.42	-483.73	273.82	958.57	-4472.59
Fondazione	SLV 13	898.08	-246.6	-4971.02	-4.51	3.07	-603.44	902.59	-249.67	-4367.59
Fondazione	SLV 14	898.08	-246.6	-4971.02	-4.51	3.07	-603.44	902.59	-249.67	-4367.59
Fondazione	SLV 15	898.02	328.06	-4961.7	-4.3	8.47	-594.63	902.32	319.59	-4367.07
Fondazione	SLV 16	898.02	328.06	-4961.7	-4.3	8.47	-594.63	902.32	319.59	-4367.07
Fondazione	CRTFP Ux+	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0	0
Fondazione	CRTFP Ux-	-0.01	0	0	0	0	0	-0.01	0	0
Fondazione	CRTFP Uy+	0	0.01	0	0	0	0	0	0.01	0
Fondazione	CRTFP Uy-	0	-0.01	0	0	0	0	0	-0.01	0
Fondazione	CRTFP Rz+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	CRTFP Rz-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

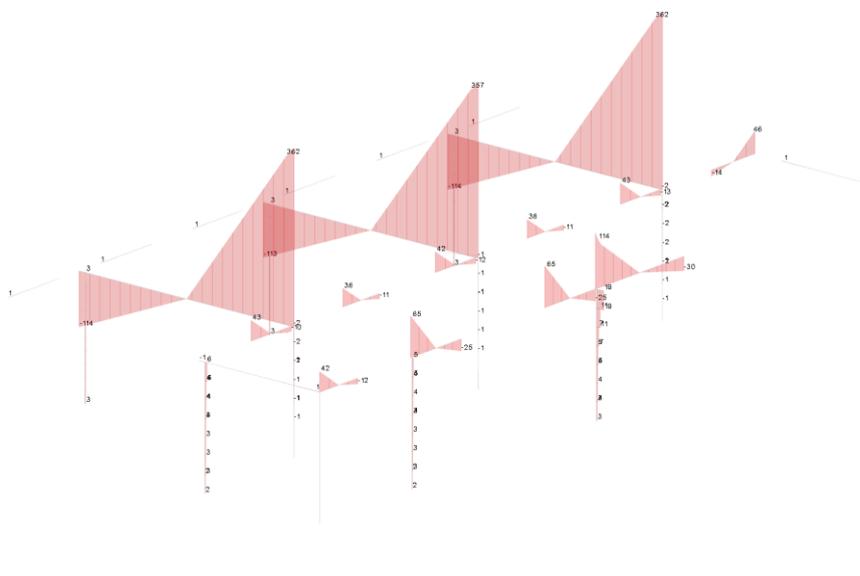


Figura 9. Involuppo azioni taglianti F2 [kN] - Aste

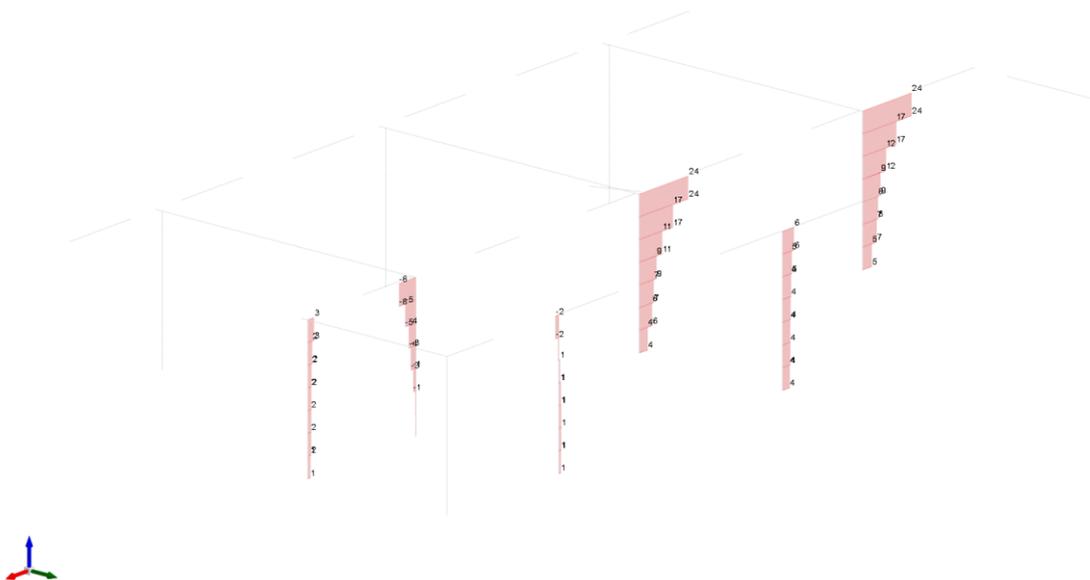


Figura 10. Involuppo azioni taglianti F3 [kN] – Aste

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.2.4 - Spostamenti di interpiano estremi

Si riportano le verifiche degli spostamenti ai sensi del §7.3.6.1 delle NTC2018, cautelativamente è stato considerato il limite più restrittivo pari a 0.005 *h* con *h* altezza di interpiano.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m] ove non espressamente specificato.

Comb.: combinazione.

Titolo: titolo della verifica.

δ: modulo della differenza tra gli spostamenti. [m]

h: altezza dell'interpiano. [m]

δ/h: rapporto tra il modulo della differenza degli spostamenti e l'altezza di interpiano.

Ver.: stato di verifica.

Nodo inferiore: spostamento in pianta del nodo inferiore.

Indice: indice del nodo.

X: componente dello spostamento in direzione X globale. [m]

Y: componente dello spostamento in direzione Y globale. [m]

Nodo superiore: spostamento in pianta del nodo superiore.

Verifiche più gravose nelle combinazioni

Spostamento relativo limite = 0.003333.

Vengono riportati per ciascuna combinazione le verifiche dei primi 5 interpiani con verifiche più gravose.

Comb.	Titolo	Nodo inferiore			Nodo superiore		δ	h	δ/h	Ver.	
		Indice	X	Y	Indice	X					Y
1	Spostamento di interpiano 28 tra "Fondazione" e "Piano 1"	40	0	0	1609	-0.00012867	-0.00003328	0.0001329	5.325	0.000025	Si
2	Spostamento di interpiano 28 tra "Fondazione" e "Piano 1"	40	0	0	1609	-0.00012867	-0.00003328	0.0001329	5.325	0.000025	Si
3	Spostamento di interpiano 46 tra "Fondazione" e "Piano 1"	62	0	0	1632	-0.00012775	-0.00003241	0.0001318	5.325	0.000025	Si
4	Spostamento di interpiano 46 tra "Fondazione" e "Piano 1"	62	0	0	1632	-0.00012775	-0.00003241	0.0001318	5.325	0.000025	Si
5	Spostamento di interpiano 24 tra "Fondazione" e "Piano 1"	315	0	0	1988	0.00001286	-0.00009372	0.00009459	5.325	0.000018	Si
6	Spostamento di interpiano 24 tra "Fondazione" e "Piano 1"	315	0	0	1988	0.00001286	-0.00009372	0.00009459	5.325	0.000018	Si
7	Spostamento di interpiano 10 tra "Fondazione" e "Piano 1"	243	0	0	1876	0.00002766	0.00008009	0.00008473	5.325	0.000016	Si
8	Spostamento di interpiano 10 tra "Fondazione" e "Piano 1"	243	0	0	1876	0.00002766	0.00008009	0.00008473	5.325	0.000016	Si
9	Spostamento di interpiano 40 tra "Fondazione" e "Piano 1"	54	0	0	1623	0.00012613	-0.00004442	0.00013373	5.325	0.000025	Si
10	Spostamento di interpiano 40 tra "Fondazione" e "Piano 1"	54	0	0	1623	0.00012613	-0.00004442	0.00013373	5.325	0.000025	Si
11	Spostamento di interpiano 22 tra "Fondazione" e "Piano 1"	73	0	0	1654	0.00011342	0.00006537	0.00013091	5.325	0.000025	Si
12	Spostamento di interpiano 22 tra "Fondazione" e "Piano 1"	73	0	0	1654	0.00011342	0.00006537	0.00013091	5.325	0.000025	Si
13	Spostamento di interpiano 40 tra "Fondazione" e "Piano 1"	54	0	0	1623	0.0002355	0.00002357	0.00023668	5.325	0.000044	Si
14	Spostamento di interpiano 40 tra "Fondazione" e "Piano 1"	54	0	0	1623	0.0002355	0.00002357	0.00023668	5.325	0.000044	Si
15	Spostamento di interpiano 41 tra "Fondazione" e "Piano 1"	74	0	0	1655	0.0002225	0.00006361	0.00023141	5.325	0.000043	Si
16	Spostamento di interpiano 41 tra "Fondazione" e "Piano 1"	74	0	0	1655	0.0002225	0.00006361	0.00023141	5.325	0.000043	Si

2.3 - Verifica agli stati limite delle strutture

Si riportano di seguito le verifiche degli elementi che per tipologia risultano i più sollecitati.

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.3.1 - Travi in legno sezione 48x112 cm

Asta 3: Trave in legno a livello Piano 1 fili 9-10

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Dati generali

Lunghezza = 10.742

Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 48x112	ReL.Lungo.Lazo	0.48	1.12	0.5376	0.05619712	0.01032192	0.100352	0.043008

Materiale: GL 24h EN 14080

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

Verifica trazione parallela alla fibratura D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.1

Sezione ad ascissa 10.742

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 1.1$

$St_{0,d} \leq f_{t,0,d}$

$15 \leq 14566 \text{ Comb: SLV, 8; Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo}$

$N = 7.887$

Verifica flessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.6

Sezione ad ascissa 5.371

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$

$St_{m,y,d}/f_{m,y,d} + Km^*(St_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$

$Km^*(St_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + St_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$

$9893/13241 + 0.7^*0/13241 = 0.75 \leq 1$ (formula 4.4.5a) Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$M_x = -992.7551; M_y = 0$

Verifica taglio D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.9

Sezione ad ascissa 0

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8; k_{cr} = 0.71$

$\tau_{t,d} \leq f_{v,d}$

$\sqrt{(0^*2 + 1444^*2)} = 1444 \leq 1931$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 0; T_y = 369.717$

Verifica taglio+torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.11

Sezione ad ascissa 0

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8; k_{cr} = 0.71$

$\tau_{tor,d}/(k_{sh}^*f_{v,d}) + (\tau_{y,d}/f_{v,d})^2 + (\tau_{z,d}/f_{v,d})^2 \leq 1$

$0.01 + 0 + 0.56 \leq 1$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 0; T_y = 369.717; M_t = 0.92564$

Verifica torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.10

Sezione ad ascissa 10.742

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$

$\tau_{tor,d} \leq K_{sh} * f_{v,d}$

$14 \leq 2607$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$M_t = 0.92564$

Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Sezione ad ascissa 5.371

$K_{def} = 0$

$U_{inst \text{ tot in } x} = 0$

$U_{inst \text{ tot in } y} = -0.0149$

$U_{inst \text{ tot}} = 0.0149$

Luce/ $U_{inst \text{ tot}} >$ limite

$10.742/0.0149 = 721.4 > 300$ Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Sezione ad ascissa 5.371

$K_{def} = 0$

$U_{inst \text{ var in } x} = 0$

$U_{inst \text{ var in } y} = -0.0071$

$U_{inst \text{ var}} = 0.0071$

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Luce/Uinst,var > limite
10.742/0.0071=1515.7 > 300 Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia finale EC5 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Sezione ad ascissa 5.371

Kdef = 0.6

Ufin in x = 0

Ufin in y = -0.0221

Ufin = 0.0221

Luce/Ufin > limite

10.742/0.0221=485.5 > 200

Condizione base per ricombinare la freccia: Variabile C

Comb: SLE quasi permanente, 4 + incrementi viscosi

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = 1.000 + 0.600 = 1.600

Permanenti portati = 1.000 + 0.600 = 1.600

Variabile C = 1.000 + 0.360 = 1.360

Neve = 0.700 + 0.180 = 0.880

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m³]

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

2.3.2 - Travi in legno sezione 28x52 cm

Asta 64: Trave in legno a livello Piano 1 fili 17-26

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Dati generali

Lunghezza = 5.27

Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
tr 28x52	rettangolare	0.28	0.52	0.1456	0.0032808533	0.0009512533	0.01261867	0.00679467

Materiale: GL 24h EN 14080

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

Verifica flessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.6

Sezione ad ascissa 2.635

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$; $K_h = 1.014$ (formula 11.7.2)

$S_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_{m^*}(S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$

$K_{m^*}(S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + S_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$

$10479/13432 + 0.7^0/13432 = 0.78 \leq 1$ (formula 4.4.5a) Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$M_x = -132.23633$; $M_y = 0$

Verifica taglio D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.9

Sezione ad ascissa 5.27

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$; $k_{cr} = 0.71$

$\tau, d \leq f_{v,d}$

$\sqrt{0^2 + 1640^2} = 1640 \leq 1931$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 0$; $T_y = -113.694$

Verifica taglio+torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.11

Sezione ad ascissa 5.27

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$; $K_h = 1.014$ (formula 11.7.2); $k_{cr} = 0.71$

$\tau_{tor,d}/(k_{sh} \cdot f_{v,d}) + (\tau_{y,d}/f_{v,d})^2 + (\tau_{z,d}/f_{v,d})^2 \leq 1$

$0.25 + 0 + 0.72 \leq 1$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 0$; $T_y = -113.694$; $M_t = -6.107$

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Verifica compressione parallela alla fibratura D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.3

Sezione ad ascissa 5.27
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$
 $K_{mod} = 0.8$; $K_h = 1.014$ (formula 11.7.2)
 $S_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$
 $| -49 | \leq 13241$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media
 $N = -7.085$

Verifica torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.10

Sezione ad ascissa 5.27
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$
 $K_{mod} = 0.8$
 $\tau_{tor,d} \leq K_{sh} * f_{v,d}$
 $619 \leq 2469$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media
 $M_t = -6.107$

Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Sezione ad ascissa 2.635
 $K_{def} = 0$
 $U_{inst\ tot\ in\ x} = 0$
 $U_{inst\ tot\ in\ y} = -0.008$
 $U_{inst\ tot} = 0.008$
Luce/ $U_{inst,tot}$ > limite
 $5.27/0.008=656.1 > 300$ Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Sezione ad ascissa 2.635
 $K_{def} = 0$
 $U_{inst\ var\ in\ x} = 0$
 $U_{inst\ var\ in\ y} = -0.0039$
 $U_{inst\ var} = 0.0039$

Luce/ $U_{inst,var}$ > limite
 $5.27/0.0039=1343.9 > 300$ Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia finale EC5 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Sezione ad ascissa 2.635
 $K_{def} = 0.6$
 $U_{fin\ in\ x} = 0$
 $U_{fin\ in\ y} = -0.0119$
 $U_{fin} = 0.0119$
Luce/ U_{fin} > limite
 $5.27/0.0119=442.5 > 200$
Condizione base per ricombinare la freccia: Variabile C
Comb: SLE quasi permanente, 4 + incrementi viscosi
Coefficienti combinatori impiegati:
Pesi strutturali = $1.000 + 0.600 = 1.600$
Permanenti portati = $1.000 + 0.600 = 1.600$
Variabile C = $1.000 + 0.360 = 1.360$
Neve = $0.700 + 0.180 = 0.880$

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m³]

2.3.3 - Travi in legno sezione 20x32 cm

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Asta 57: Trave in legno a livello Piano 1 fili 7-5

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Dati generali

Lunghezza = 2.571

Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
R 20x32	RetTangoLazo	0.2	0.32	0.064	0.0005461333	0.0002133333	0.00341333	0.00213333

Materiale: GL 24h EN 14080

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

Verifica trazione parallela alla fibratura D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.1

Sezione ad ascissa 2.571

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 1.1$; $K_h = 1.065$ (formula 11.7.2)

$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$

$30 \leq 15511$ Comb: SLV, 14; Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo

$N = 1.94$

Verifica flessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.6

Sezione ad ascissa 1.286

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$; $K_h = 1.065$ (formula 11.7.2)

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m^*(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$

$K_m^*(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$

$8695/14100 + 0.7^0/14100 = 0.62 \leq 1$ (formula 4.4.5a) Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$M_x = -29.67953$; $M_y = 0$

Verifica taglio D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.9

Sezione ad ascissa 2.571

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$; $k_{cr} = 0.71$

$\tau_{t,d} \leq f_{v,d}$

$\sqrt{0^2 + 1515^2} = 1515 \leq 1931$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 0$; $T_y = -46.176$

Verifica taglio+torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.11

Sezione ad ascissa 2.571

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$; $K_h = 1.065$ (formula 11.7.2); $k_{cr} = 0.71$

$\tau_{tor,d}/(k_{sh} * f_{v,d}) + (\tau_{y,d}/f_{v,d})^2 + (\tau_{z,d}/f_{v,d})^2 \leq 1$

$0.07 + 0 + 0.62 \leq 1$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 0$; $T_y = -46.176$; $M_t = 0.48483$

Verifica torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.10

Sezione ad ascissa 2.571

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.45$

$K_{mod} = 0.8$

$\tau_{tor,d} \leq K_{sh} * f_{v,d}$

$162 \leq 2394$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$M_t = 0.48483$

Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Sezione ad ascissa 1.286

$K_{def} = 0$

$U_{inst\ tot\ in\ x} = 0$

$U_{inst\ tot\ in\ y} = -0.0028$

$U_{inst\ tot} = 0.0028$

Luce/ $U_{inst,tot} >$ limite

$2.571/0.0028 = 922.8 > 300$ Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Sezione ad ascissa 1.286

$K_{def} = 0$

$U_{inst\ var\ in\ x} = 0$

$U_{inst\ var\ in\ y} = -0.0014$

$U_{inst\ var} = 0.0014$

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Luce/Uinst,var > limite
 $2.571/0.0014=1866.1 > 300$ Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia finale EC5 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Sezione ad ascissa 1.286
 $K_{def} = 0.6$
 $U_{fin} \text{ in } x = 0$
 $U_{fin} \text{ in } y = -0.0041$
 $U_{fin} = 0.0041$
 Luce/ U_{fin} > limite
 $2.571/0.0041=622.9 > 200$
 Condizione base per ricombinare la freccia: Variabile C
 Comb: SLE quasi permanente, 4 + incrementi viscosi
 Coefficienti combinatori impiegati:
 $Pesi \text{ strutturali} = 1.000 + 0.600 = 1.600$
 $Permanenti \text{ portati} = 1.000 + 0.600 = 1.600$
 $Variabile \text{ C} = 1.000 + 0.360 = 1.360$
 $Neve = 0.700 + 0.180 = 0.880$

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m³]

2.3.4 - Pilastrini in legno

Asta 33: Colonna in legno tronco Fondazione - Piano 1 filo 42

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Dati generali

Lunghezza = 0.761

Caratteristiche della sezione

Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Area	Jx	Jy	Wx	Wy
n 48x40	Rettangolo	0.48	0.4	0.192	0.00256	0.0036864	0.0128	0.01536

Materiale: Massicc. cl.3

$\beta_x = 0.7$; $\beta_y = 0.7$

Rapporto luce/freccia elastica limite = 300

Rapporto luce/freccia elastica differita = 200

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno

Classe di servizio 1

Verifica pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.8

Sezione ad ascissa 0.761

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.5$

$K_{mod} = 0.8$

$(S_c, 0, d/f_c, 0, d)^2 + S_m, y, d/f_m, y, d + K_m^*(S_m, z, d/f_m, z, d) \leq 1$

$(S_c, 0, d/f_c, 0, d)^2 + K_m^*(S_m, y, d/f_m, y, d) + S_m, z, d/f_m, z, d \leq 1$

$(1646/8533)^2 + 0.7^2 * 305/7467 + 1211/7467 = 0.23 \leq 1$ [4.4.7b] Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$M_x = 3.90898$; $M_y = -18.59445$; $N = -316.015$

Verifica taglio D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.9

Sezione ad ascissa 0.761

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.5$

$K_{mod} = 0.8$; $k_{cr} = 1$

$\tau, d \leq f_v, d$

$\sqrt{(210^2 + 51^2)} = 216 \leq 907$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media

$T_x = 26.827$; $T_y = 6.468$

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Verifica torsione D.M. 17-01-18 §4.4.8.1.10

Sezione ad ascissa 0.761
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.5$
 $K_{mod} = 0.8$
 $\tau_{tor,d} \leq K_{sh} * f_{v,d}$
 $86 \leq 1070$ Comb: SLU, 20; Durata minima del carico nella combinazione: media
 $M_t = 1.44814$

Verifica di colonna soggetta a pressoflessione D.M. 17-01-18 §4.4.8.2.2

Sezione ad ascissa 0.761
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1.5$
 $K_{mod} = 0.8$
 $f_{c,0,k} = 16000$
 $f_{m,k} = 14000$
 $f_{c,0,d} = K_{mod} * f_{c,0,k} / \gamma = 8533$
 $f_{m,d} = K * K_{mod} * f_{m,k} / \gamma = 7467$
 $K = 1$
 $l_{eff,x}$ (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) = $\beta X * L = 0.533$
 $l_{eff,y}$ (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) = $\beta Y * L = 0.533$
Snellezza $\lambda_x = L_x / \sqrt{J_x / Area} = 4.6$
Snellezza $\lambda_y = L_y / \sqrt{J_y / Area} = 3.8$
 $E_{0.5\%} = 5360000$
 $\sigma_{crit,x} = \pi^2 * E_{0.5\%} / (l_x^2) = 2487505$
 $\sigma_{crit,y} = \pi^2 * E_{0.5\%} / (l_y^2) = 3582007$
Snellezza relativa $\lambda_{rel,x} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{crit,x}} = 0.08$
Snellezza relativa $\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{crit,y}} = 0.07$
 $\beta_c = 0.2$
 $\lambda_{rel,x} < 0.3$
 $K_{cx} = 1$
 $\lambda_{rel,y} < 0.3$
 $K_{cy} = 1$
 $S_{c,0,d} / (f_{c,0,d} * K_{c,z}) + S_{m,z,d} / f_{m,z,d} + K_m * (S_{m,y,d} / f_{m,y,d}) \leq 1$

$S_{c,0,d} / (f_{c,0,d} * K_{c,z}) + K_m * (S_{m,z,d} / f_{m,z,d}) + S_{m,y,d} / f_{m,y,d} \leq 1$
 $1646 / (1 * 8533) + 0.7 * 305 / 7467 + 1211 / 7467 = 0.38 \leq 1$ Comb: SLU, 20
 $M_x = 3.90898$; $M_y = -18.59445$; $N = -316.015$

Verifica della freccia istantanea totale D.M. 17-01-18 §C4.4.7 Circolare 7 21-01-19

Sezione ad ascissa 0.456
 $K_{def} = 0$
 $U_{inst,tot}$ in x = 0
 $U_{inst,tot}$ in y = 0
 $U_{inst,tot} = 0$
Luce/ $U_{inst,tot}$ > limite
 $0.761/0 = 52237.6 > 300$ Comb: SLE rara, 5

Verifica della freccia istantanea variabile D.M. 17-01-18 §4.4.7

Sezione ad ascissa 0.456
 $K_{def} = 0$
 $U_{inst,var}$ in x = 0
 $U_{inst,var}$ in y = 0
 $U_{inst,var} = 0$
Luce/ $U_{inst,var}$ > limite
 $0.761/0 = 109640.9 > 300$ Comb: SLE rara, 5

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Verifica della freccia finale EC5 §4.4.7 - EC5 2.2.3 (3)

Sezione ad ascissa 0.456

$K_{def} = 0.6$

$U_{fin} \text{ in } x = 0$

$U_{fin} \text{ in } y = 0$

$U_{fin} = 0$

$L_{uce}/U_{fin} > \text{limite}$

$0.761/0 = 35161.4 > 200$

Condizione base per ricombinare la freccia: Variabile C

Comb: SLE quasi permanente, 4 + incrementi viscosi

Coefficienti combinatori impiegati:

Pesi strutturali = $1.000 + 0.600 = 1.600$

Permanenti portati = $1.000 + 0.600 = 1.600$

Variabile C = $1.000 + 0.360 = 1.360$

Neve = $0.700 + 0.180 = 0.880$

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

Area: area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m²]

Jx: momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Jy: momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m⁴]

Wx: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m³]

Wy: modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m³]

2.3.5 - Parete in legno da Fondazione a Piano 1 7-10

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

f_{m,k}: resistenza caratteristica per flessione. [kN/m²]

f_{t,0,k}: resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre. [kN/m²]

f_{t,90,k}: resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre. [kN/m²]

f_{c,0,k}: resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre. [kN/m²]

f_{c,90,k}: resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre. [kN/m²]

f_{v,k}: resistenza caratteristica a taglio. [kN/m²]

E_{0,05}: modulo di elasticità parallelo alla fibratura 5-percentile. [kN/m²]

G_{0,05}: modulo di elasticità tangenziale parallelo alla fibratura 5-percentile. [kN/m²]

FC: fattore di confidenza.

Sp. strati: spessori degli strati.

Lungh.: lunghezza del maschio. [m]

Altezza: altezza netta: distanza tra estradosso solaio inferiore e intradosso solaio superiore. [m]

Classe ser.: classe di servizio.

K_{def}: coefficiente di deformazione UNI EN 1995-1-1 2.3.2.2.

K_h: uNI EN 1995-1-1 (3.2).

K_{shape}: uNI EN 1995-1-1 6.1.8.

β_X: moltiplicatore della altezza netta per lunghezza libera di inflessione fuori piano.

β_Y: moltiplicatore della altezza netta per lunghezza libera di inflessione nel piano.

l_{relX}: rapporto di snellezza relativa per inflessione fuori piano UNI EN 1995-1-1 6.3.2.

l_{relY}: rapporto di snellezza relativa per inflessione nel piano UNI EN 1995-1-1 6.3.2.

k_{cx}: coefficiente per freccia di inflessione fuori piano UNI EN 1995-1-1 (6.25).

k_{cy}: coefficiente per freccia di inflessione nel piano UNI EN 1995-1-1 (6.25).

Quota: quota. [m]

Comb.: combinazione.

N: sforzo normale. [kN]

T_x: (maschio) Taglio nel piano. [kN]

T_y: (maschio) Taglio fuori piano. [kN]

M_x: (maschio) Momento fuori piano. [kN*m]

M_y: (maschio) Momento nel piano. [kN*m]

M_t: momento torcente. [kN*m]

Durata: durata carico.

K_{mod}: coefficiente di correzione UNI EN 1995-1-1 2.4.1.

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

γ_M : coefficiente parziale per una proprietà o resistenza del materiale.
 σ_{0d} : tensione di progetto a sforzo normale parallela alla fibra (positiva se di trazione). [kN/m²]
 σ_{mx} : (maschio) Tensione di progetto a flessione per momento fuori piano. [kN/m²]
 σ_{my} : (maschio) Tensione di progetto a flessione per momento nel piano. [kN/m²]
 f_{0d} : resistenza di progetto a sforzo normale parallelamente alla fibratura. [kN/m²]
 f_{md} : resistenza di progetto a flessione. [kN/m²]
Formula: numero della formula di verifica applicata in UNI EN 1995-1-1/NTC08/NTC18.
Inv. coeff.s.: risultato della applicazione della formula; inverso del coefficiente di sicurezza.
Verifica: stato di verifica.
 τ_{dx} : tensione tangenziale massima per taglio nel piano. [kN/m²]
 f_{vd} : resistenza di progetto a taglio. [kN/m²]
 τ_{dy} : tensione tangenziale massima per taglio fuori piano. [kN/m²]
2*ft90d: resistenza a taglio per rotolamento (rolling shear) UNI EN 1995-1-1 6.1.7. [kN/m²]
Kcr: coefficiente riduttivo UNI EN 1995-1-1 6.1.7.

Ingombro netto

Lunghezza: 2.86
 Altezza: 5.1

Caratteristiche del materiale

Pannello in legno lamellare a strati incrociati di tavole, composto da 5 strati di spessore 4+1.9+4+1.9+4=15.8 cm; deve essere posto in opera in modo che gli strati esterni abbiano le tavole disposte verticalmente. Il materiale delle tavole è **C24 EN 338:2016** ed ha le seguenti caratteristiche:

fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	E0,05	G0,05	FC
24000	14500	400	21000	2500	4000	7400000	464200	

Maschio 1

Sp. strati	Lungh.	Altezza	Classe ser.	Kdef	Kh	Kshape	β_X	β_Y	IrelX	IrelY	kcx	kcy
4+1.9+4+1.9+4	2.86	5.1	1	0.6	1		1	1	1.746	0.105	0.31	1

Sollecitazioni nelle sezioni di verifica

Quota	Comb.	N	Tx	Ty	Mx	My	Mt
0	SLU 9	-414.84	-58.67	0.89	0.1107	23.1932	-1.5168
0	SLU 10	-414.84	-58.67	0.89	0.1107	23.1932	-1.5168
0	SLU 14	-356.15	-50.75	0.76	0.0956	20.172	-1.3052
0	SLU 15	-356.15	-50.75	0.76	0.0956	20.172	-1.3052
0	SLU 18	-370.34	-52.04	0.79	0.0982	20.5001	-1.3417
0	SLU 19	-430.82	-60.9	0.92	0.1149	24.072	-1.5712
0	SLU 20	-430.82	-60.9	0.92	0.1149	24.072	-1.5712
2.55	SLU 9	-339.15	-54.53	0.25	1.4774	74.2849	-0.6009
2.55	SLU 10	-339.15	-54.53	0.25	1.4774	74.2849	-0.6009
2.55	SLU 19	-350.93	-56.6	0.25	1.5326	77.1034	-0.6215
2.55	SLU 20	-350.93	-56.6	0.25	1.5326	77.1034	-0.6215

Verifica a pressoflessione instabile

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γ_M	σ_{0d}	σ_{mx}	σ_{my}	f_{0d}	f_{md}	Formula	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLU 20	Med.	0.8	1.5	1255	11	147	11200	12800	(EC5 6.23)	0.38	Si
0	SLU 19	Med.	0.8	1.5	1255	11	147	11200	12800	(EC5 6.23)	0.38	Si
0	SLU 10	Med.	0.8	1.5	1209	10	142	11200	12800	(EC5 6.23)	0.36	Si
0	SLU 9	Med.	0.8	1.5	1209	10	142	11200	12800	(EC5 6.23)	0.36	Si
2.55	SLU 19	Med.	0.8	1.5	1023	144	471	11200	12800	(EC5 6.23)	0.35	Si
2.55	SLU 20	Med.	0.8	1.5	1023	144	471	11200	12800	(EC5 6.23)	0.35	Si
2.55	SLU 10	Med.	0.8	1.5	988	139	454	11200	12800	(EC5 6.23)	0.33	Si
2.55	SLU 9	Med.	0.8	1.5	988	139	454	11200	12800	(EC5 6.23)	0.33	Si
0	SLU 18	Med.	0.8	1.5	1079	9	125	11200	12800	(EC5 6.23)	0.32	Si
0	SLU 15	Med.	0.8	1.5	1038	9	123	11200	12800	(EC5 6.23)	0.31	Si

Verifica a taglio

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γ_M	τ_{dx}	f_{vd}	Formula	Inv. coeff.s.	τ_{dy}	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica	
0	SLU 19	Med.	0.8	1.5	532	2133	(4.4.8)	0.25		6	427	0.5	0	Si

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Quota	Comb.	Durata	Kmod	γ_M	τ_{dx}	fvd	Formula	Inv. coeff.s.	τ_{dy}	2*ft90d	Kcr	Inv. coeff.s.	Verifica
0	SLU 20	Med.	0.8	1.5	532	2133	(4.4.8)	0.25	6	427	0.5	0	Si
0	SLU 9	Med.	0.8	1.5	513	2133	(4.4.8)	0.24	6	427	0.5	0	Si
0	SLU 10	Med.	0.8	1.5	513	2133	(4.4.8)	0.24	6	427	0.5	0	Si
2.55	SLU 19	Med.	0.8	1.5	495	2133	(4.4.8)	0.23	2	427	0.5	0	Si
2.55	SLU 20	Med.	0.8	1.5	495	2133	(4.4.8)	0.23	2	427	0.5	0	Si
2.55	SLU 10	Med.	0.8	1.5	477	2133	(4.4.8)	0.22	2	427	0.5	0	Si
2.55	SLU 9	Med.	0.8	1.5	477	2133	(4.4.8)	0.22	2	427	0.5	0	Si
0	SLU 18	Med.	0.8	1.5	455	2133	(4.4.8)	0.21	5	427	0.5	0	Si
0	SLU 14	Med.	0.8	1.5	444	2133	(4.4.8)	0.21	5	427	0.5	0	Si

Pressoflessione non sismica

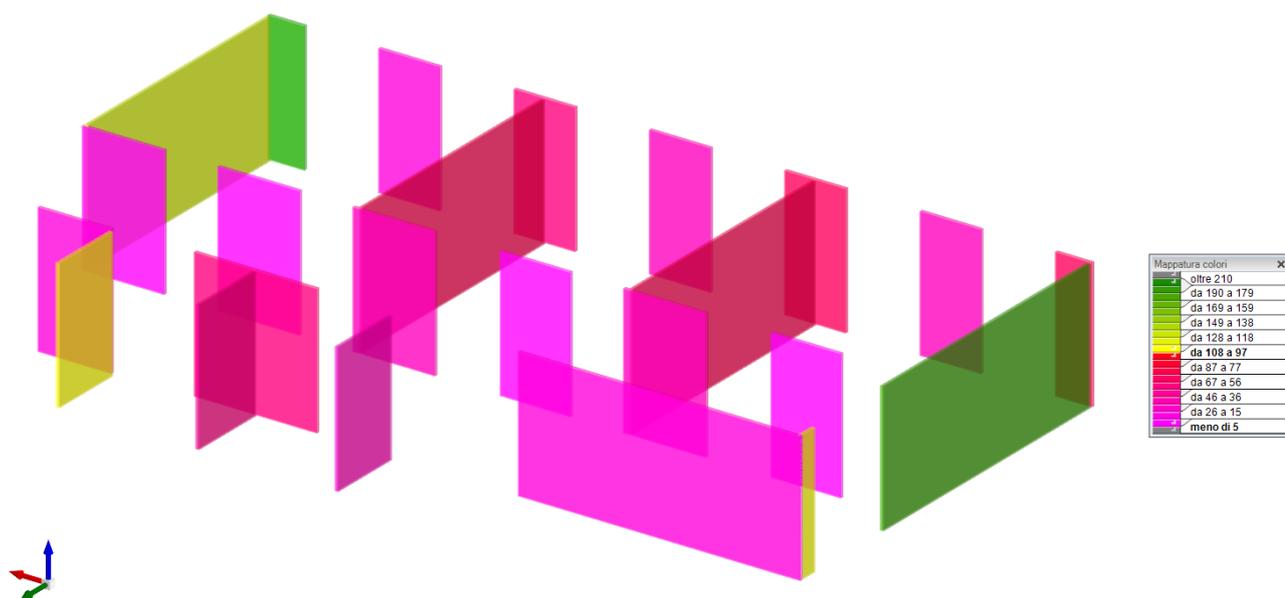


Figura 12 - Coefficiente di Sicurezza - Pressoflessione non sismica

Pressoflessione sismica

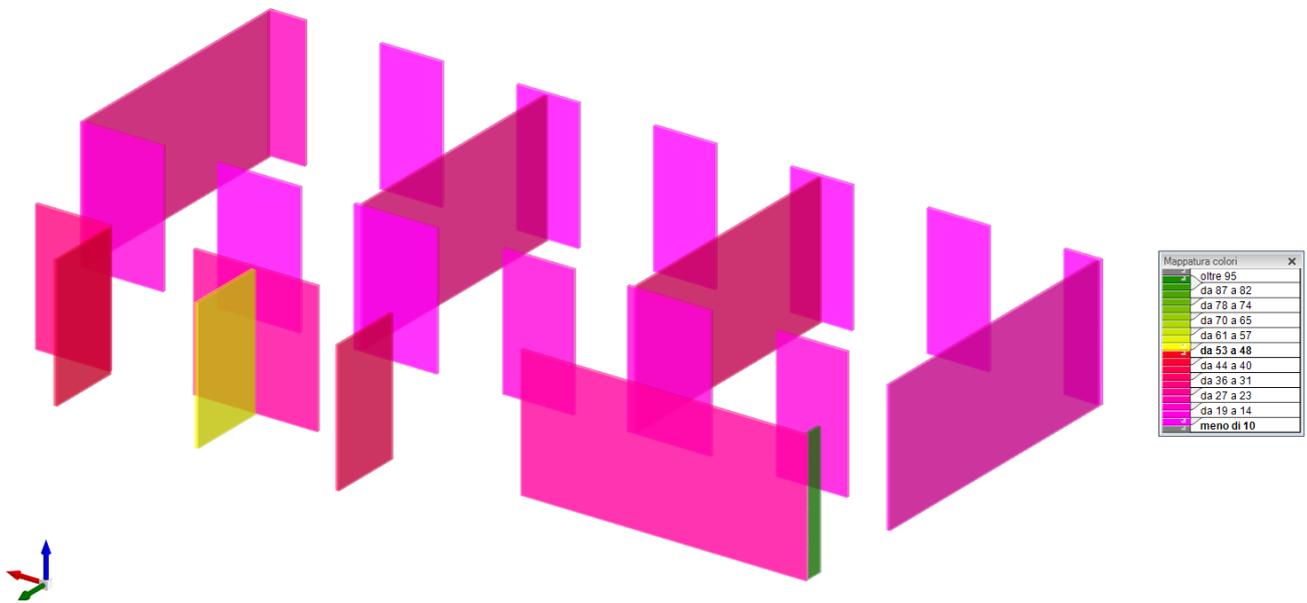


Figura 13 - Coefficiente di Sicurezza - Pressoflessione sismica

Taglio non sismico

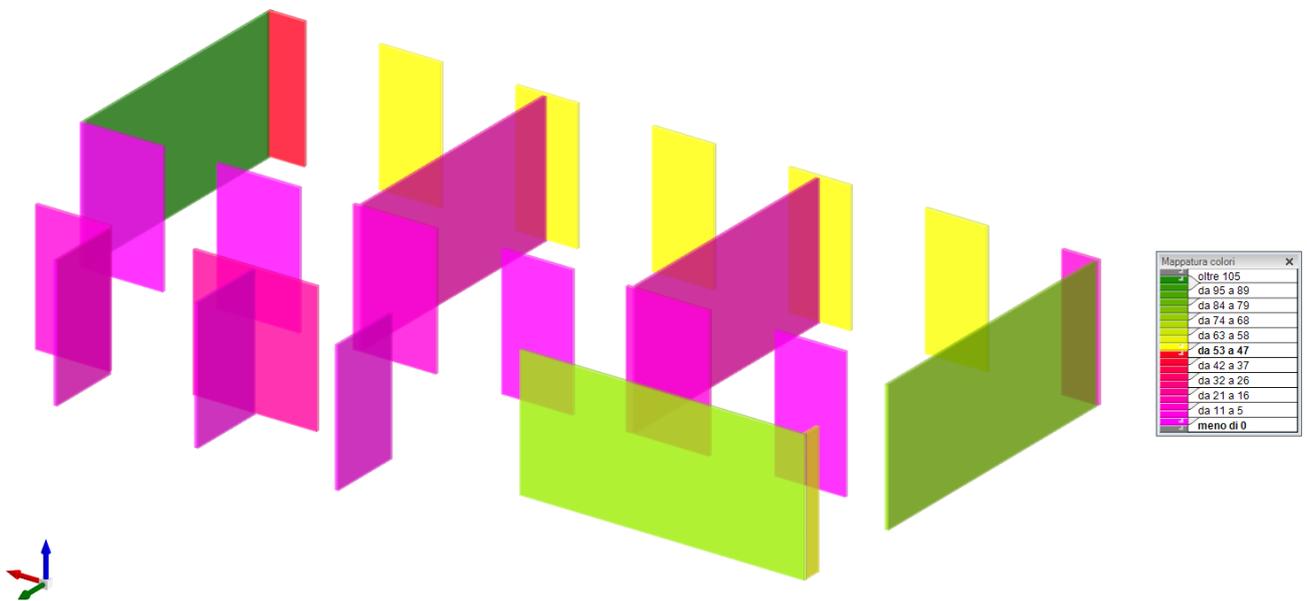


Figura 14 - Coefficiente di Sicurezza - Taglio non sismico

Taglio sismico

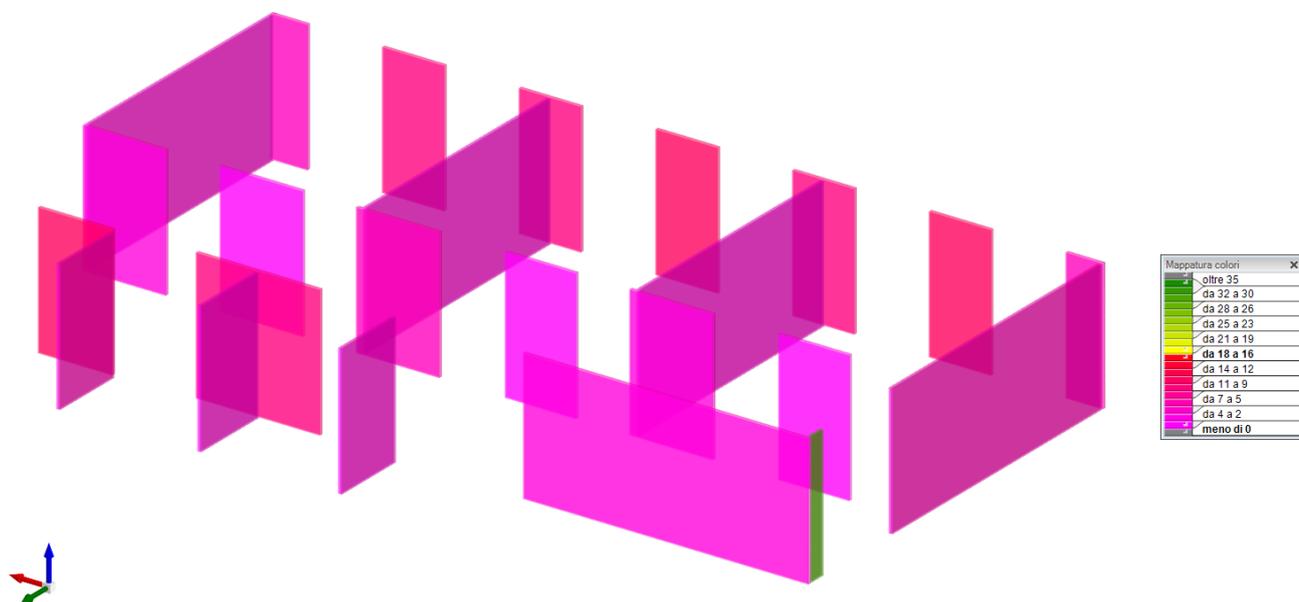


Figura 15 - Coefficiente di Sicurezza - Taglio sismico

2.4 - Valutazioni sulle pressioni sul terreno

Si riportano in seguito delle pressioni sul terreno con relativa verifica di portanza.

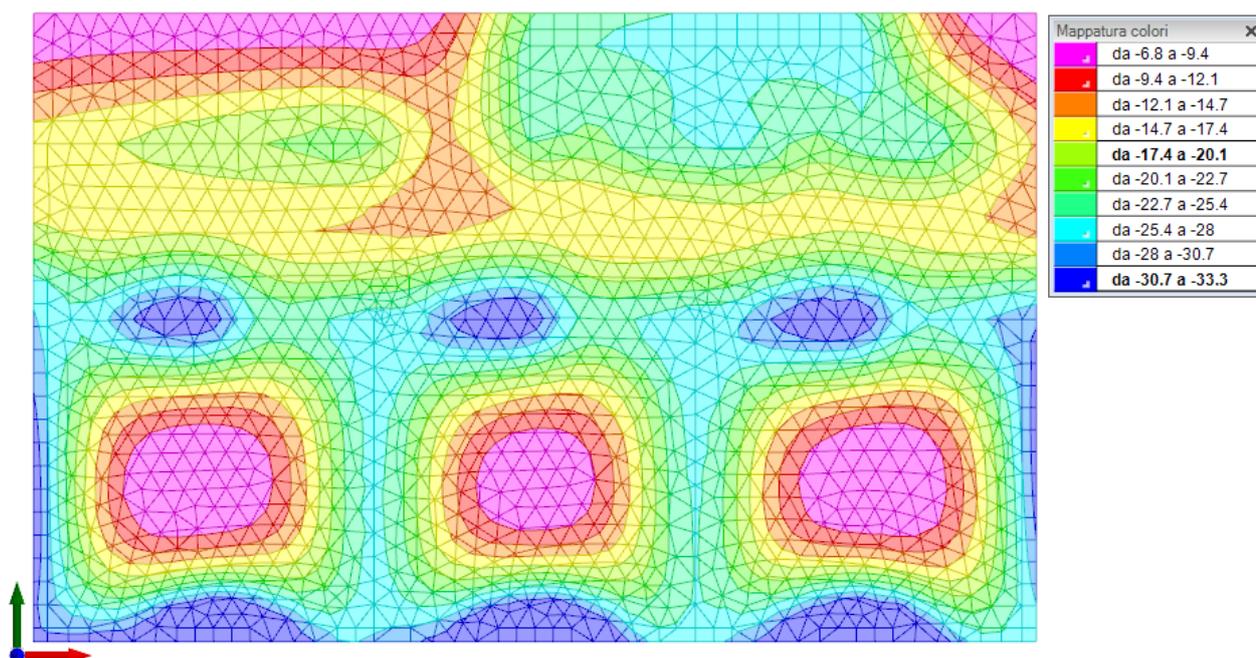


Figura 16: Pressione Minima Inviluppo Combinazioni SLU

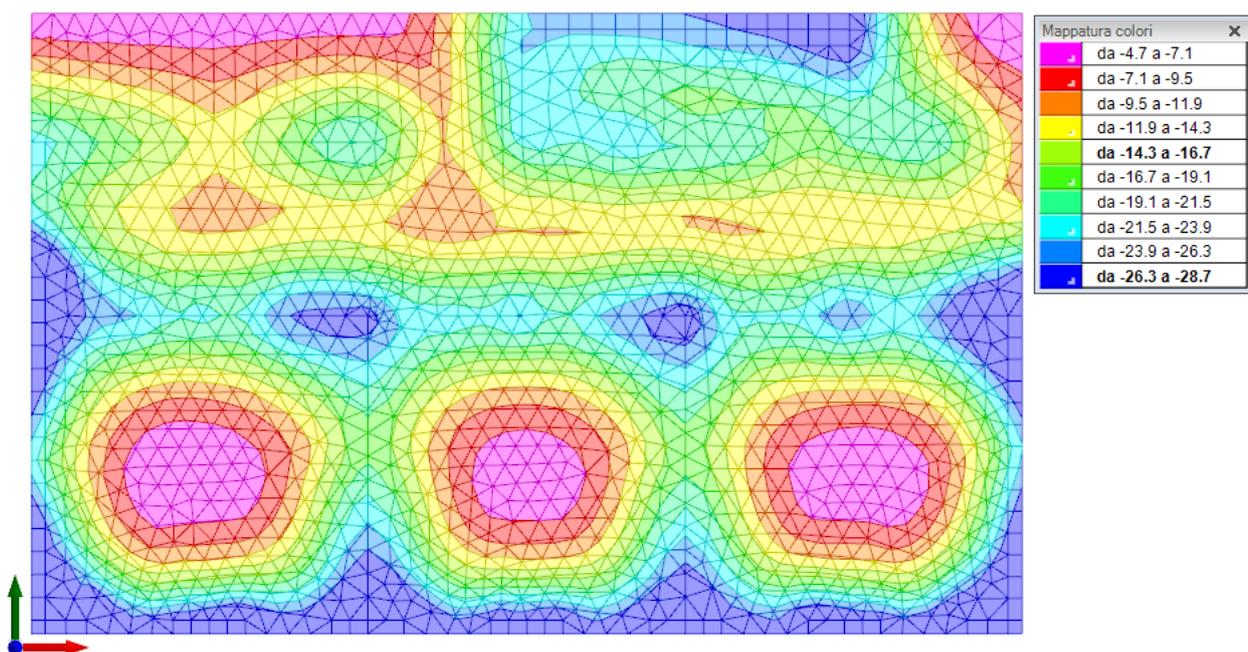


Figura 17 - Pressione Minima Inviluppo Combinazioni SLV FONDAZIONI

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

Trattandosi di una struttura leggera in legno si ottengono delle pressioni sul terreno molto ridotte, nell'ordine di 0.3 kg/cm². In fase preliminare i risultati ottenuti si ritengono accettabili.

3 - RELAZIONE SUI MATERIALI

3.1 - Caratteristiche calcestruzzo

CARATTERISTICHE MECCANICHE CALCESTRUZZO - NTC 2018

Impiego:	FONDAZIONE
Tipo di calcestruzzo:	C25/30
Resistenza a compressione cubica (R_{ck})	30 N/mm ²
Resistenza a compressione cilindrica (f_{ck})	25 N/mm ²
Resistenza media a compressione ($f_{cm} = f_{ck} + 8$)	33 N/mm ²
Modulo elastico (E)	31476 N/mm ²
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata (α_{cc})	0.85
Coefficiente parziale di sicurezza (γ_c)	1.5
Resistenza a compressione di calcolo ($f_{cd} = a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$)	14.17 N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale ($f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$)	2.56 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (f_{ctk})	
- fragile 5% = $0.7 \cdot f_{ctm}$	1.80 N/mm ²
- fragile 95% = $1.3 \cdot f_{ctm}$	3.33 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione ($f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$)	3.08 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione ($f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$)	1.20 N/mm ²
Coefficiente di Poisson (ν)	$0 \leq \nu \leq 0,2$
Calcestruzzo fessurato	0
Calcestruzzo non fessurato	0.2
Tensione massima di compressione (Comb. Rara)	
$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	15 N/mm ²
Tensione massima di compressione (Comb. Quasi Permanente)	
$\sigma_e = 0.45 \cdot f_{ck}$	11.25 N/mm ²

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

CARATTERISTICHE MECCANICHE CALCESTRUZZO - NTC 2018

Impiego:	ELEVAZIONE
Tipo di calcestruzzo:	C32/40
Resistenza a compressione cubica (R_{ck})	40 N/mm ²
Resistenza a compressione cilindrica (f_{ck})	32 N/mm ²
Resistenza media a compressione ($f_{cm} = f_{ck} + 8$)	40 N/mm ²
Modulo elastico (E)	33346 N/mm ²
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata (α_{cc})	0.85
Coefficiente parziale di sicurezza (γ_c)	1.5
Resistenza a compressione di calcolo ($f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$)	18.13 N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale ($f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$)	3.02 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione (f_{ctk})	
- frattile 5% = $0.7 \cdot f_{ctm}$	2.12 N/mm ²
- frattile 95% = $1.3 \cdot f_{ctm}$	3.93 N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione ($f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$)	3.63 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione ($f_{ctd} = f_{ctm} / \gamma_c$)	1.41 N/mm ²
Coefficiente di Poisson (ν)	$0 \leq \nu \leq 0,2$
Calcestruzzo fessurato	0
Calcestruzzo non fessurato	0.2
Tensione massima di compressione (Comb. Rara)	
$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	19.2 N/mm ²
Tensione massima di compressione (Comb. Quasi Permanente)	
$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck}$	14.40 N/mm ²

CARATTERISTICHE ACCIAIO PER C.A.

Tipo di acciaio	B450C
Tensione caratteristica a rottura (f_{tk})	540 N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	450 N/mm ²
Modulo elastico (E)	210000 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza (γ_s)	1.15
Resistenza a trazione di calcolo ($f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$)	391.30 N/mm ²
Tensione massima di trazione (Comb. Rara)	
$\sigma_s < 0.80 \cdot f_{yk}$	360.00 N/mm ²

SERVIZIO DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA per la Progettazione di fattibilità tecnico economica relativamente ai lavori di: "Realizzazione di Integrazione e ampliamento di edificio scolastico per Scuola di Formazione e di Istruzione Superiore in Logistica" (CIG ZF836FBAE7-CUP J34E22000120007)

3.2 - Caratteristiche legno lamellare

Il materiale strutturale legno lamellare utilizzato è classificato secondo resistenza, secondo la norma armonizzata EN 14080:2013.

I valori caratteristici delle resistenze, sono riportati nella tabella sottostante:

Proprietà	Simbolo	GL20h	GL22h	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,3	24	25,6
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Taglio	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rototaglio	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	8400	10500	11500	12100	12600	13600	14200
	$E_{0,g,05}$	7000	8800	9600	10100	10500	11300	11800
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Modulo a taglio	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Modulo a rototaglio	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densità	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490

I componenti in legno lamellare dovranno avere idonea marcatura CE conformemente alla norma EN 14080:2013.

3.3 - Caratteristiche Pareti e Solai in legno

Le pareti in XLAM dovranno presentare idonea certificazione CE.

Si riportano le caratteristiche principali:

Characteristic data of cross laminated timber

Table 1: Dimensions and specifications

Characteristic		Dimension / Specification
Cross laminated timber		
Thickness	mm	51 to 360
Width	m	≤ 3,60
Length	m	≤ 13,60
Number of layers	—	3 to 9 symmetric assembly
Maximum width of joints between boards within one layer	mm	3
Board		
Surface	—	planed
Thickness (planed dimension)	mm	17 to 40
Width	mm	100 to 250
Ratio width to thickness	—	≥ 4 : 1
Boards shall be graded with suitable visual and/or machine procedures to be able to assign them to a strength class according to EN 338.	—	
Cover layer		C24
Cover layer and inner layer		≤ 40 % C18 ≥ 60 % C24
Moisture of wood according to EN 13183-2	%	10 ± 2 or 12 ± 2 Within one member of cross laminated timber only one of the specified moisture ranges shall be applied.
Finger joints	—	EN 385

Table 2: Product characteristics of the solid wood slab

ER	Requirement	Verification method	Class / Use category / Numeric value
1	Mechanical resistance and stability		
	1. Mechanical actions perpendicular to cross laminated timber		
	Strength class of boards	EN 338	Cover layer: C24 Inner layer: ≤ 40 % C18 ≥ 60 % C24
	Modulus of elasticity		
	– parallel to the grain of the boards $E_{0, mean}$	I_{eff} , Annex 3 CUAP 03.04/06, 4.1.1.1	12 000 MPa ¹⁾
	– perpendicular to the grain of the boards $E_{90, mean}$	EN 338	370 MPa
	Shear modulus		
	– parallel to the grain of the boards $G_{(0)0, mean}$	EN 338	690 MPa
	– perpendicular to the grain of the boards (rolling shear modulus) $G_{(90)0, mean}$	CUAP 03.04/06, 4.1.1.1	50 MPa
	Bending strength		
– parallel to the grain of the boards $f_{m, k}$	W_{eff} , Annex 3 CUAP 03.04/06, 4.1.1.1	24,0 MPa	
Tensile strength			
– perpendicular to the grain of the boards $f_{t, 90, k}$	EN 338, reduced	0,12 MPa	
Compressive strength			
– perpendicular to the grain of the boards $f_{c, 90, k}$	EN 338	2,5 MPa	
Shear strength			
– parallel to the grain of the boards $f_{v, 0/90, k}$	EN 338	4,0 MPa	
– perpendicular to the grain of the boards (rolling shear strength) $f_{v, 90/0, k}$	A_{gross} , Annex 3 CUAP 03.04/06, 4.1.1.3	1,8 MPa	

NOTE

¹⁾ 1 MPa = 1 N/mm²