



PROVINCIA DI RAVENNA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

Servizio Manutenzione e Gestione del Patrimonio

LAVORI DI AMPLIAMENTO DELLA SEDE DELL'I.T.G. "C. MORIGIA" E DELLA SUCCURSALE DEL LICEO SCIENTIFICO "A. ORIANI" DI RAVENNA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA PALESTRA E LABORATORI POLIFUNZIONALI PER UNA DIDATTICA INNOVATIVA



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO IMPORTO € 4.550.000,00

Presidente: Michele De Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente Responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio.: Ing. Marco Conti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Ing. Paolo Nobile	<u>firmato digitalmente</u>
PROGETTISTA COORDINATORE:	Ing. Marco Conti	<u>firmato digitalmente</u>
COORD. SICUREZZA PROGETTAZIONE:	Ing. Marco Conti	<u>firmato digitalmente</u>
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Giovanni Plazzi Geom. Antonio Mancini Ing. Marco Conti	<u>firmato digitalmente</u>
COLLABORATORI	Ing. Annalisa Bollettino p.i. Andrea Bezzi Geom. Sara Vergallo Geom. Franco Tocco	<u>firmato</u>
PROGETTISTA ANTINCENDIO:	Ing. Annalisa Bollettino	<u>firmato</u>

Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:
0	Emissione	G.T.	G.T.	G.T.	09.09.2022
1					

PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI:

Ing. Giuseppe Tassinari - Studio Tassinari e Associati
Viale Luigi Cilla, 54 - Ravenna



PROGETTISTA ACUSTICO:

Ing. Massimo Saviotti -
SERVIZI ECOLOGICI Soc. Coop.
Via Firenze, 3 - Faenza (RA)



SERVIZI ECOLOGICI
Società Cooperativa

PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI:

Ing. Alberto Frisoni
PROGETTISTA IMPIANTI MECCANICI:
Dott. Per. Ind. Matteo Guidi
Polistudio A.E.S. Società di Ingegneria S.r.l.
Via Tortona, 10 - Riccione (RN)



POLISTUDIO A.E.S.
Società di Ingegneria S.r.l.



TITOLO ELABORATO:

Scala Esterna - Relazione di Calcolo

Elaborato num: ST_05	Revisione: 0	Data: 09.09.2022	Scala:	Nome file: ST_05_REL.CALC.S.E.pdf
--------------------------------	------------------------	----------------------------	--------	---

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

SOMMARIO

1 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	7
1.1 - DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO	7
1.2 - DESCRIZIONE GENERALE DELLE STRUTTURE	9
1.3 - CONDIZIONI D'USO E LIVELLI DI SICUREZZA DELLA COSTRUZIONE	10
1.4 - NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	11
1.4.1 - Norme di riferimento cogenti	11
1.5 - AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	12
1.5.1 - Carichi gravitazionali e sovraccarichi	12
Scale e Grigliato	12
1.5.2 - Pressione media del vento	13
1.5.3 - Azioni sismiche	13
1.6 - INDICAZIONE DELLE COMBINAZIONI DELLE AZIONI	17
1.7 - CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO	18
1.7.1 - Condizioni elementari di carico	18
1.8 - COMBINAZIONI DI CARICO	19
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 - GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ	22
1.14 - CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	23
2 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	24
2.1 - MODELLO DI CALCOLO	24
2.2 - DATI IN INPUT	26
2.2.1 - Numerazione nodi.....	26
2.2.2 - Numerazione elementi beam/plate	27
2.2.3 - Sezioni elementi strutturali	28
2.2.4 - Materiali utilizzati	31

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.2.5 -	Condizioni di vincolo	32
2.3 -	CONDIZIONI DI CARICO E COMBINAZIONI	32
2.3.1 -	Input dei carichi	32
	Peso proprio degli elementi strutturali (G1)	33
	Carichi nei Solai	34
	Carico Vento X 35	
	Carico Vento Y 35	
2.3.2 -	Combinazione dei carichi	36
2.4 -	PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO	38
2.4.1 -	Risultati analisi modale	38
2.4.2 -	Reazioni alla base	41
2.4.3 -	Inviluppo delle sollecitazioni	42
2.5 -	VERIFICA DEL GRIGLIATO	45
2.6 -	VERIFICA DEGLI ELEMENTI METALLICI	46
	UPN220 46	
	Tub. 200x200x8mm	47
	IPE 180 48	
	HEA200 49	
	Tub.150x100x6.3	50
	Tub 150x150x6.3.....	51
	Mappatura rapporti di sfruttamento	52
2.7 -	TABULATI DI CALCOLO – VERIFICHE STRUTTURALI	53
2.8 -	VERIFICA NODI CARPENTERIA METALLICA	55
2.8.1 -	Nodo di continuità con piastra di Testa HEA200.....	55
2.8.2 -	Nodo a Taglio arcarecci HEA120	60
2.8.3 -	Nodo di Base tubolare 200x200mm	61
2.8.4 -	Nodo di Base Tubolare 150x150mm	67
2.8.5 -	Verifica Nodo a Taglio HEA200	72
2.9 -	VERIFICA DEL GIUNTO SISMICO	73

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.10 -	VERIFICA DELLA FONDAZIONE.....	74
2.10.1 -	Verifica a flessione platea di fondazione.....	74
2.10.2 -	Verifica pressioni sul terreno	76
3 -	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	78
3.1 -	CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO E ACCIAIO	78
3.2 -	CARATTERISTICHE ACCIAIO DA CARPENTERIA.....	80

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Indice delle figure

Figura 1: Inquadramento Satellitare.....	7
Figura 2: Key Plan Corpi Strutturali	8
Figura 3 - Inquadramento Tridimensionale Strutturale della Nuova Struttura di Progetto	9
Figura 4 - Modello strutturale estruso	24
Figura 5 - Modello unifilare	25
Figura 6 - Numerazione nodi	26
Figura 7 - Numerazione aste.....	27
Figura 8 – Caratteristiche Acciaio S275	31
Figura 9 - Peso proprio elementi strutturali.....	33
Figura 10 - Carichi solai [kPa]	34
Figura 11 - Carichi Vento x.....	35
Figura 12 - Carichi Vento Y	35
Figura 13 - Risultati analisi modale	38
Figura 14 - Primo modo di vibrare	38
Figura 15 - Secondo modo di vibrare.....	39
Figura 16 - Terzo modo di vibrare.....	39
Figura 17 - Quarto modo di vibrare	40
Figura 18 – Involuppo dello sforzo assiale F_x – Combinazioni SLU e SLV [kN]	42
Figura 19 – Involuppo dello sforzo di taglio F_y – Combinazioni SLU e SLV [kN]	42
Figura 20 – Involuppo dello sforzo di taglio F_z – Combinazioni SLU e SLV [kN]	43
Figura 21 - Involuppo del momento flettente M_y [kNm]	43
Figura 22 - Involuppo del momento flettente M_z [kNm].....	44
Figura 23 - Mappatura dei rapporti di sfruttamento dei profili metallici	52
Figura 24. Spostamento in direzione Y - Comb. SLV X [m] – Scala esterna metallica.....	73
Figura 25. Spostamento in direzione Y - Comb. SLV X [m] – Corpo B.....	73
Figura 26. Involuppo Momenti M_{xx} –Platea in c.a. [kN*m/m]	74
Figura 27. Involuppo Momenti M_{yy} – Platea in c.a. [kN*m/m]	74
Figura 28. Pressioni massime sul terreno – Combinazioni SLU – SLV.....	77

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1 - ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

1.1 - Descrizione del contesto edilizio

Oggetto della presente relazione sono le strutture della scala metallica esterna nel secondo stralcio della nuova costruzione in adiacenza alla sede dell'I.T.G. "C. MORIGIA" in via Marconi n. 6/8 nel Comune di Ravenna (RA).



Figura 1: Inquadramento Satellitare

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

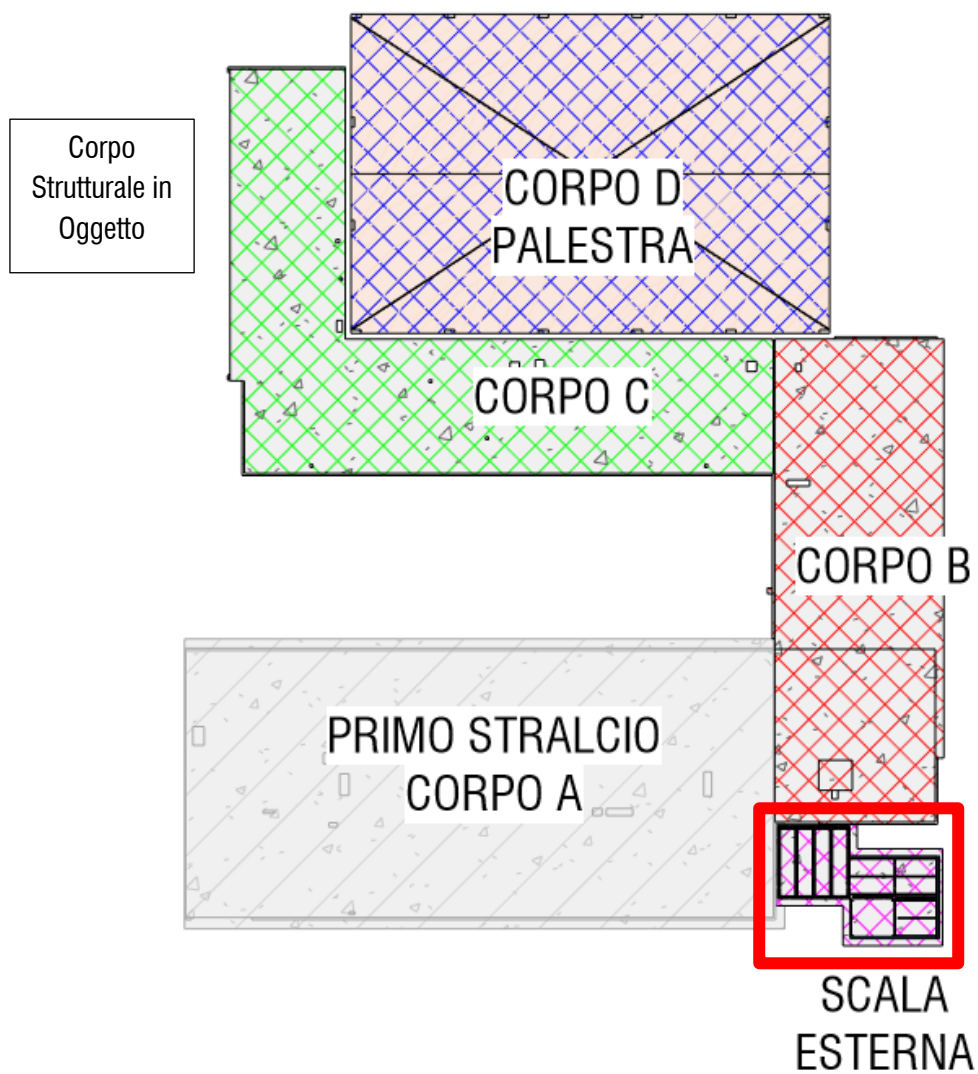


Figura 2: Key Plan Corpi Strutturali

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.2 - Descrizione generale delle strutture

La struttura prevista presenta una pianta pressoché rettangolare con lati 11.93 x 8.45 m.

Le strutture possono essere sintetizzate nelle seguenti componenti principali:

- platea di fondazione di spessore pari a 25 cm;
- cosciali con profili UPN220 e IPE180 come rompitratta dei gradini.
- strutture in elevazione portapannelli con profili Tubolari 200x200x8;
- strutture di copertura con profili Tubolari 150x100x6.3
- strutture di orizzontamento con travi HEA200
- griliato con Piatto portante 25x2mm e maglia 15x76mm

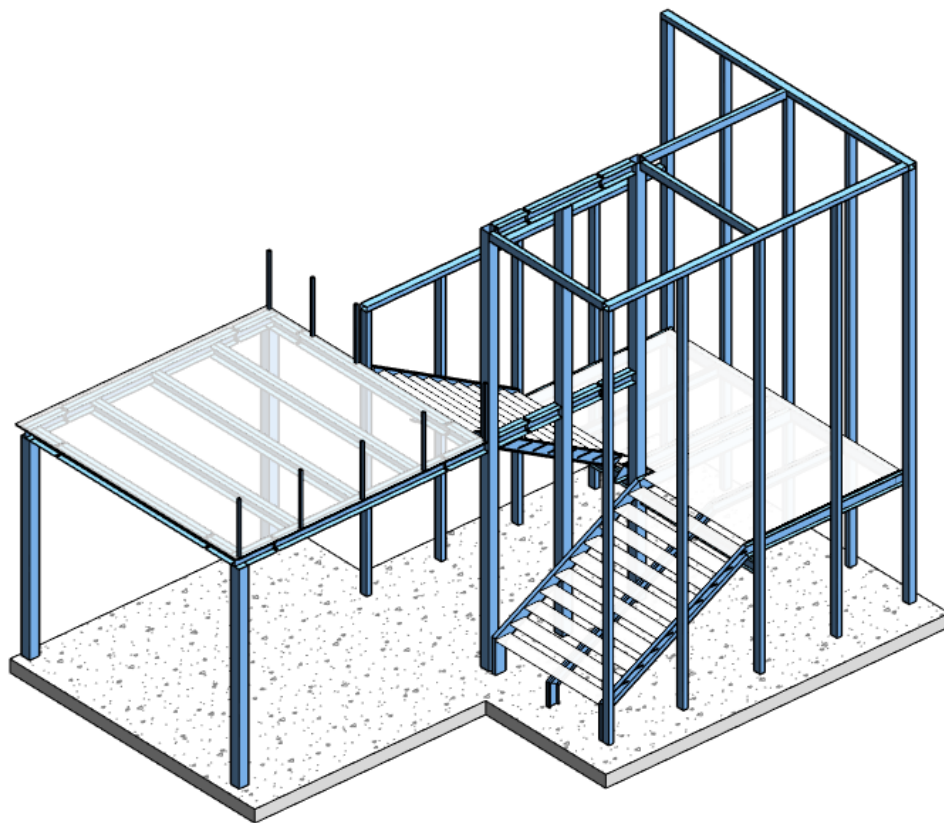


Figura 3 - Inquadrimento Tridimensionale Strutturale della Nuova Struttura di Progetto

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

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

Trattasi di Fabbricato con destinazione d'uso generale Residenziale:

- **TIPO DI COSTRUZIONE 2 $\Rightarrow$ Vita Nominale = 50 anni**
- **CLASSE D'USO III**

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

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.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.5 - Azioni di progetto sulla costruzione

1.5.1 - Carichi gravitazionali e sovraccarichi

Si riportano in seguito i carichi gravitazionali considerati.

Scale e Grigliato

Carichi Solaio Copertura		
Peso proprio strutturale e portato G_{k1}	0.60	kPa
Carico Neve G_{k2}	4.00	kPa
TOTALE CARICHI CARATTERISTICI	4.60	kPa

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.5.2 - Pressione media del vento

I pannelli in lamiera stirata prevista presentano una percentuale di vuoto frontale pari al 64 %.

Per questo motivo è stato considerato un carico vento nelle facce della lamiera stirata pari a 0.6 kPa sopravento e 0.3 kPa sottovento.

1.5.3 - Azioni sismiche

Parametri per la definizione dell'azione sismica:

- Localizzazione del sito : Via G. Marconi 6
Ravenna (RA)
(Longitudine: **12.1918°**; Latitudine: **44.4046°**)
- Categoria topografica: **T1**
- Categoria di sottosuolo: **C**
- Tipo di Opera: **2** → 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:	Ravenna Latitudine ED50 44.4041° (44° 24' 15") Longitudine ED50 12.1916° (12° 11' 30") Altitudine s.l.m. 18.24 m				
	Dettagli...				
Vr	Default (75)				
Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc[s]
SLD	Default (81)	45	Default (0.0577)	Default (2.474)	Default (0.276)
SLD	Default (63)	75	Default (0.073)	Default (2.463)	Default (0.281)
SLV	Default (10)	712	Default (0.1918)	Default (2.515)	Default (0.284)
SLC	Default (5)	1462	Default (0.251)	Default (2.463)	Default (0.294)
Adeguamento edificio esistente					

Classe di duttilità	CD"B"
Regolarità in pianta	☐
Regolarità in elevazione	☒
☒ Edificio C.A.	
Tipologia C.A.	Strutture a telaio $q_0=3.0 \cdot \alpha_u/\alpha_1$
α_u/α_1 C.A.	Strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_u/\alpha_1=1$

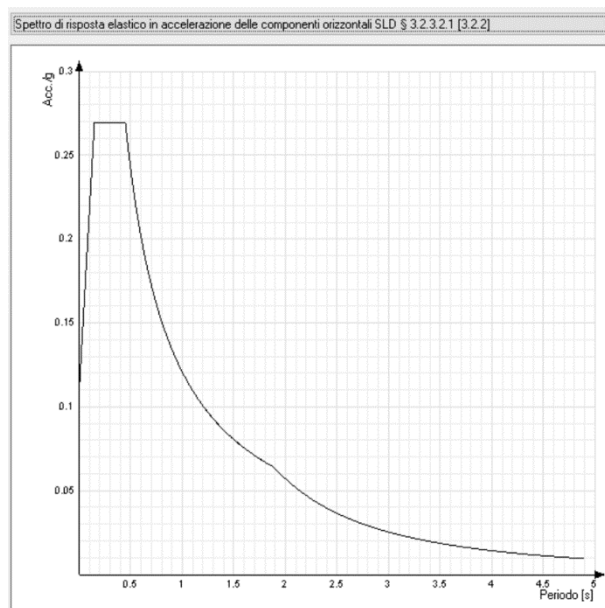
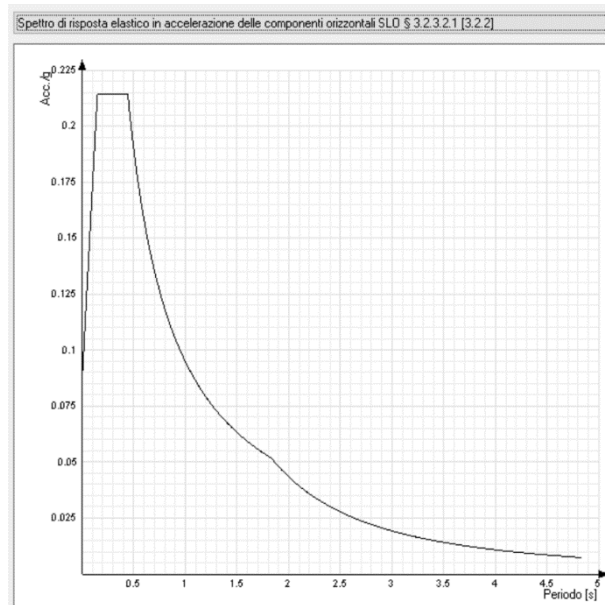
STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Categoria del suolo	C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati		
SLD			
Ss orizzontale SLD	Default (1.5)	Ss orizzontale SLD	Default (1.5)
Tb orizzontale SLD	\$ Default (0.148)	Tb orizzontale SLD	\$ Default (0.149)
Tc orizzontale SLD	\$ Default (0.443)	Tc orizzontale SLD	\$ Default (0.448)
Td orizzontale SLD	\$ Default (1.831)	Td orizzontale SLD	\$ Default (1.892)
SLV			
Ss orizzontale SLV	Default (1.4106)	Ss orizzontale SLC	Default (1.3292)
Tb orizzontale SLV	\$ Default (0.151)	Tb orizzontale SLC	\$ Default (0.154)
Tc orizzontale SLV	\$ Default (0.452)	Tc orizzontale SLC	\$ Default (0.462)
Td orizzontale SLV	\$ Default (2.367)	Td orizzontale SLC	\$ Default (2.604)
Verticale			
Ss verticale	Default (1)		
Tb verticale	\$ Default (0.05)		
Tc verticale	\$ Default (0.15)		
Td verticale	\$ Default (1)		
Categoria topografica	T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione		
it	Default (1)		

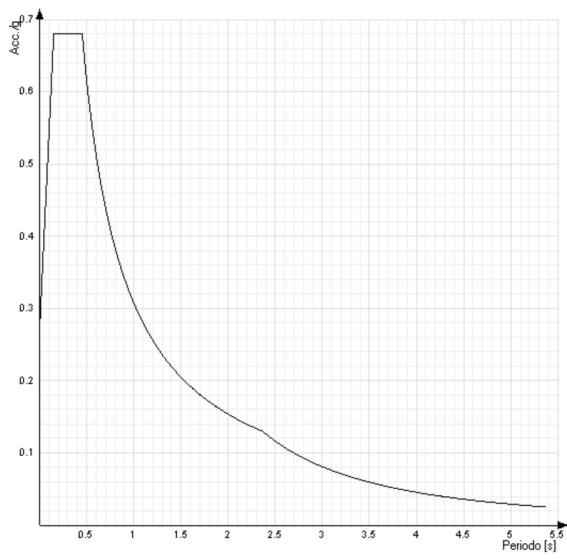
Ai fini della definizione dell'Azione Sismica di Progetto si è fatto riferimento all'Approccio Semplificato di Norma che si basa sulla Classificazione del sottosuolo in funzione della Velocità delle onde di taglio V_s ; in particolare, come da relazione Geologica Allegata, è stato considerato un **SUOLO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

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

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



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.6 - Indicazione delle combinazioni delle azioni

Valori dei coefficienti di combinazione:

CATEGORIA/AZIONE VARIABILE	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria C	0.7	0.7	0.6
Vento	0.6	0.5	0.2

Valori dei coefficienti parziali:

	γ_F favorevole	γ_F sfavorevole
CARICHI PERMANENTI	1	1.3
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	0	1.3
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.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.7 - Condizioni elementari di carico

1.7.1 - Condizioni elementari di carico

No	Name	Type
1	G1	Dead Load (D)
2	G2	Dead Load (D)
3	QK	Live Load (L)
4	VENTO -X	Live Load (L)
5	VENTO +Y	Live Load (L)

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.8 - Combinazioni di carico

Si riportano di seguito le combinazioni dei carichi in formato tabellare.

DESIGN TYPE : Steel Design

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	sLCB1	Strength/Stress G1 (1.300) +	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
2	sLCB2	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
3	sLCB3	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
4	sLCB4	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
5	sLCB5	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
6	sLCB6	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (-0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
7	sLCB7	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (-0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
8	sLCB8	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (-1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
9	sLCB9	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (-1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
10	sLCB10	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (0.300)	QK (0.600)
11	sLCB11	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (-0.300)	QK (0.600)
12	sLCB12	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (0.300)	QK (0.600)
13	sLCB13	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (-0.300)	QK (0.600)
14	sLCB14	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (-0.300)	QK (0.600)
15	sLCB15	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (0.300)	QK (0.600)
16	sLCB16	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (-0.300)	QK (0.600)
17	sLCB17	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (0.300)	QK (0.600)
18	sLCB18	Serviceability G1 (1.000) +	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
19	sLCB19	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO -X (0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
20	sLCB20	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO +Y (0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
21	sLCB21	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO -X (-0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
22	sLCB22	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO +Y (-0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

23	sLCB23	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
24	sLCB24	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
25	sLCB25	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(-1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
26	sLCB26	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(-1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
27	sLCB27	Serviceability G1 (1.000) +	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
28	sLCB28	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
29	sLCB29	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
30	sLCB30	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(-0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
31	sLCB31	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(-0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
32	sLCB32	Serviceability G1 (1.000) +	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.9 - Metodo di analisi eseguito

E' 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 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 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 fondazioni e C32/40 per l'elevazione, l'acciaio per le barre ad aderenza migliorata è il B450C.

1.12 - Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione

La struttura è stata modellata tramite il programma di calcolo Midas Gen 2022 mediante elementi monodimensionali tipo "beam" per travi e pilastri.

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 cui il coefficiente di struttura è stato definito come segue

$$q = 1$$

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.13 - Giudizio motivato di accettabilità

Considerando una massa sismica di 255 kN è stato calcolato manualmente il taglio alla base con il metodo SRSS e si confronta con il taglio da modello analitico:

Modo	Periodo	Massa X(%)	Massa Y(%)	Sd	Fx (kN)	Fy (kN)
1	0.4842	3.63%	0.00%	0.63	5.87	0.00
2	0.3976	0.02%	35.70%	0.68	0.03	61.92
3	0.3688	0.03%	20.89%	0.68	0.05	36.23
0	0.285	0.07%	0.89%	0.68	0.12	1.54
0	0.2728	26.60%	0.43%	0.68	46.14	0.75
0	0.2116	1.60%	0.50%	0.68	2.77	0.87
0	0.1933	12.86%	0.65%	0.68	22.31	1.12
0	0.1611	0.97%	3.11%	0.68	1.68	5.40
0	0.1311	4.86%	8.13%	0.63	7.78	13.01
0	0.1157	2.13%	18.77%	0.59	3.19	28.02
0	0.086	0.94%	8.93%	0.50	1.21	11.48
0	0.0573	36.93%	0.09%	0.43	40.15	0.09

Combinazione SRSS	66.00	79.17
	Media Fx Fy	72.58

	PROGRAMMA DI CALCOLO		
	Fx (kN)	Fy (kN)	Media (kN)
	75.00	90.00	82.50
		Variazione	13.7%

La differenza fra l'azione sismica calcolata manualmente e quanto calcolato dal programma di calcolo differisce meno del 20 % per cui i risultati ottenuti si ritengono accettabili.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

1.14 - Caratteristiche e affidabilità dei codici di calcolo

Midas Gen versione 2022 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.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1 - Modello di calcolo

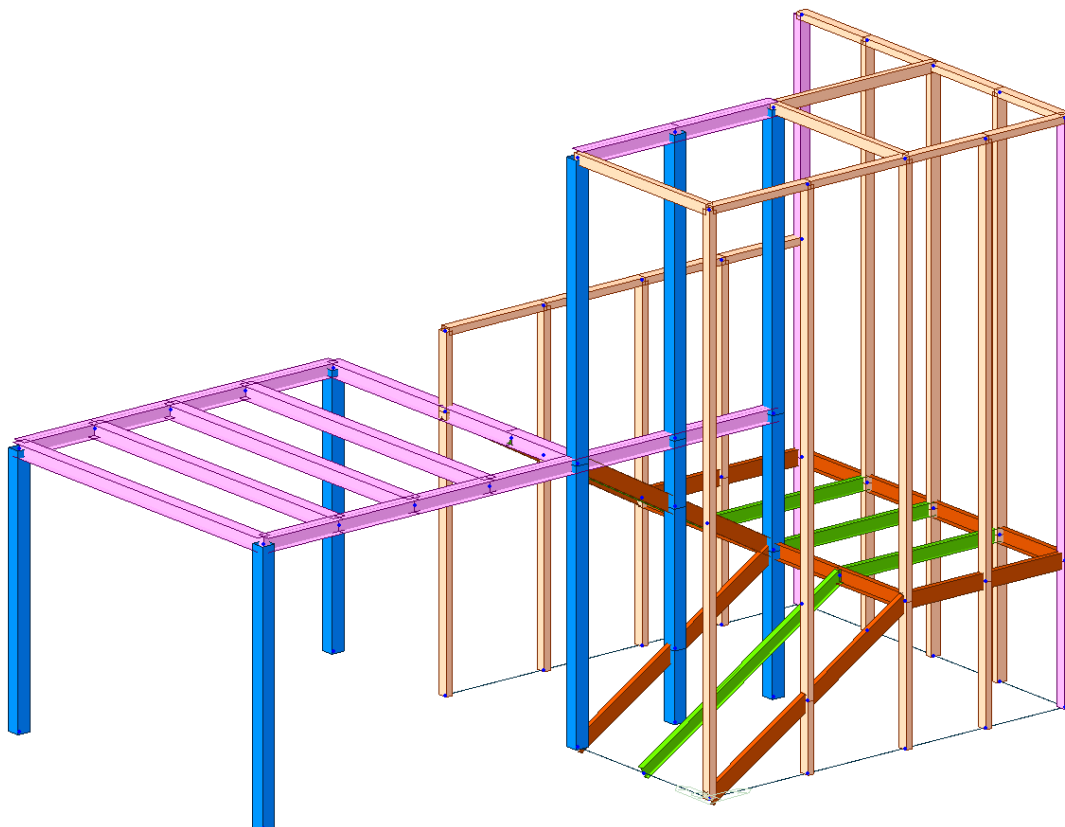


Figura 4 - Modello strutturale estruso

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

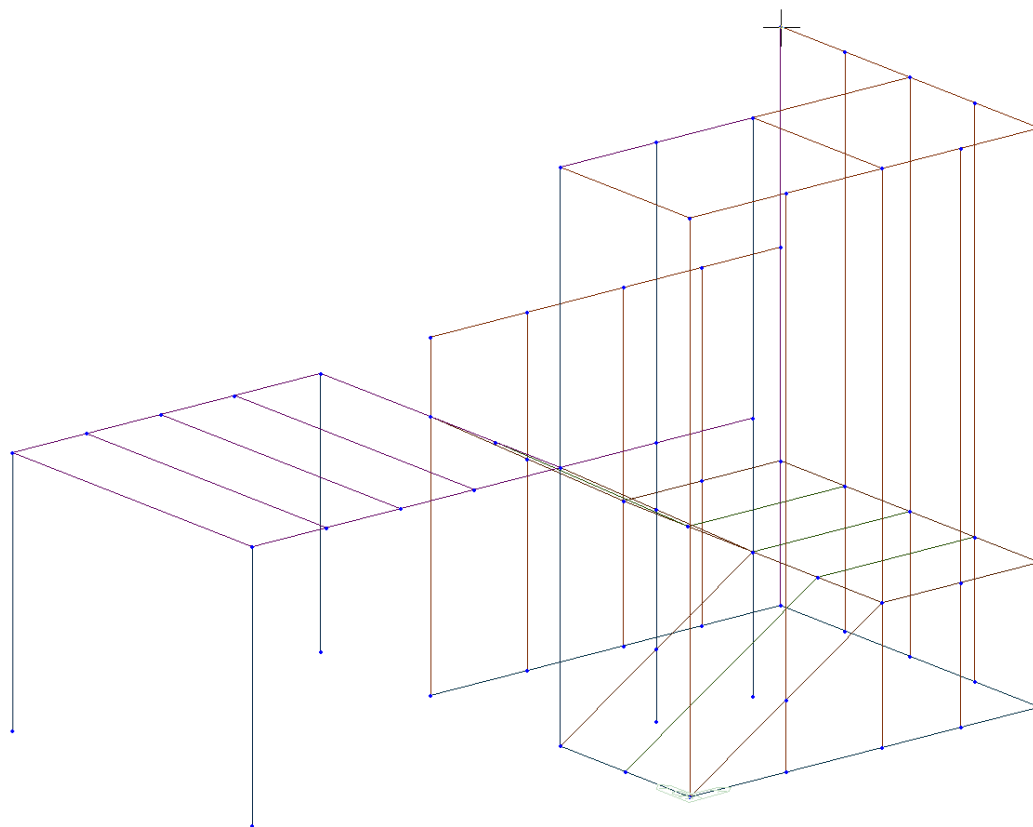


Figura 5 - Modello unifilare

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.2 - Dati in input

2.2.1 - Numerazione nodi

Di seguito viene riportata la numerazione dei nodi facenti parte della struttura, in vista 3D.

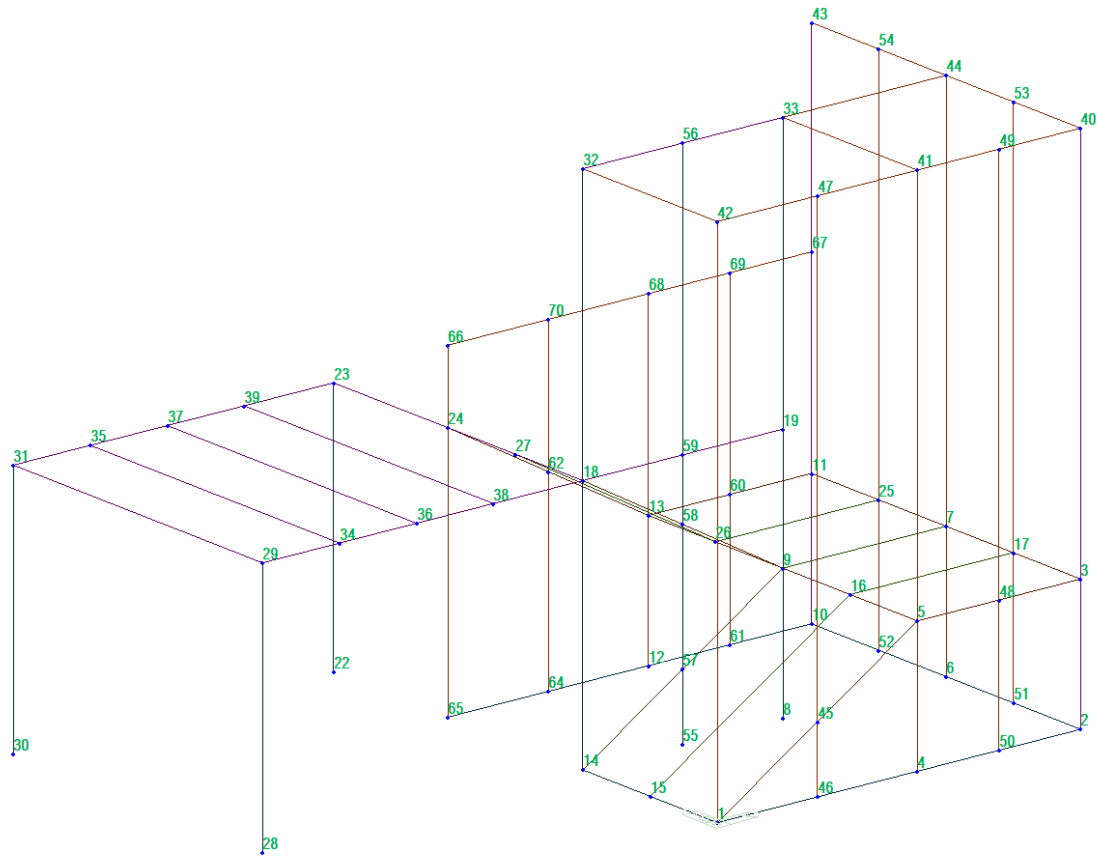


Figura 6 - Numerazione nodi

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.2.2 - Numerazione elementi beam/plate

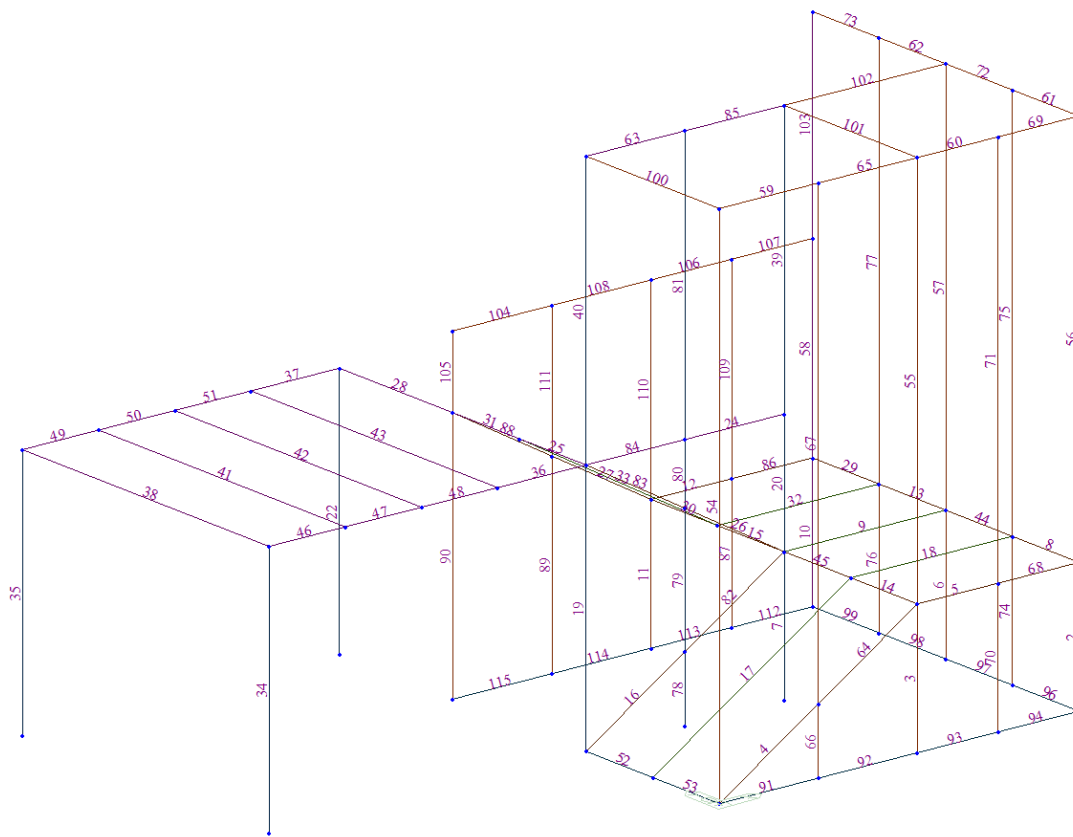


Figura 7 - Numerazione aste

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.2.3 - Sezioni elementi strutturali

Sono stati adottati i seguenti profili strutturali

Tabella 1 1 : UPN220

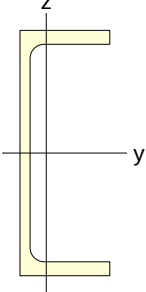
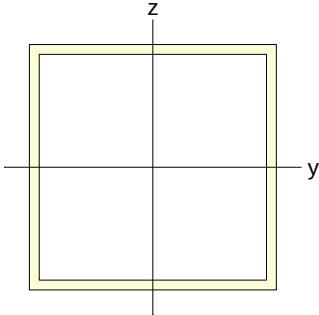
				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.004	0.002	0.002	0.110	0.110
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.057	0.023

Tabella 2 2 : tub200x200x8

				
A (m ²)	Asy (m ²)	Asz (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.006	0.003	0.003	0.100	0.100
Ixx (m ⁴)	Iyy (m ⁴)	Izz (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.100	0.100

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Tabella 3 3 : IPE180

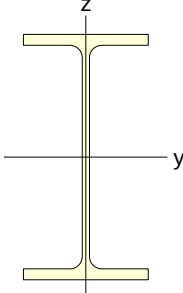
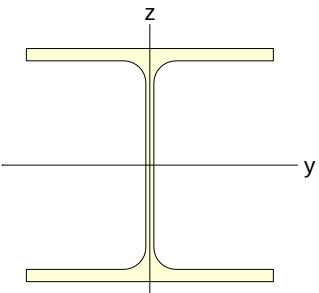
				
$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.002	0.001	0.001	0.090	0.090
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.045	0.045

Tabella 4 4 : HEA200

				
$A \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sy} \text{ (m}^2\text{)}$	$A_{sz} \text{ (m}^2\text{)}$	$z \text{ (+) (m)}$	$z \text{ (-) (m)}$
0.005	0.003	0.001	0.095	0.095
$I_{xx} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (m}^4\text{)}$	$I_{zz} \text{ (m}^4\text{)}$	$y \text{ (+) (m)}$	$y \text{ (-) (m)}$
0.000	0.000	0.000	0.100	0.100

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Tabella 5 6 : 150x100x6.3

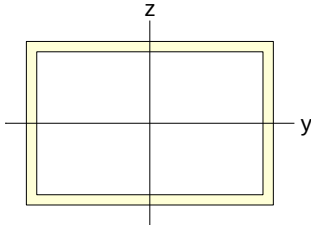
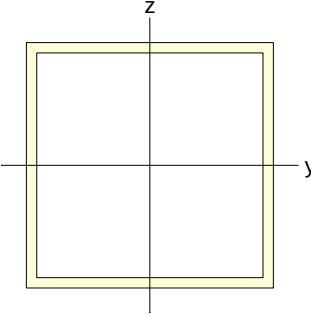
				
A (m ²)	A _{sy} (m ²)	A _{sz} (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.003	0.002	0.001	0.050	0.050
I _{xx} (m ⁴)	I _{yy} (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.075	0.075

Tabella 6 7 : 150x150x6.3

				
A (m ²)	A _{sy} (m ²)	A _{sz} (m ²)	z (+) (m)	z (-) (m)
0.004	0.002	0.002	0.075	0.075
I _{xx} (m ⁴)	I _{yy} (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	y (+) (m)	y (-) (m)
0.000	0.000	0.000	0.075	0.075

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.2.4 - Materiali utilizzati

Si riportano di seguito i materiali utilizzati per la struttura in acciaio da carpenteria, e per il calcestruzzo utilizzato per la fondazione. Cautelativamente nel calcolo tutti i profili sono stati considerati di acciaio S275

S275

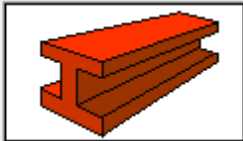
General	
Material ID	1
Name	S275
Elasticity Data	
Type of Design	Steel
	
Type of Material	☒ Isotropic ☐ Orthotropic
Steel	Standard: EN05(S) DB: S275 Product:
Concrete	Standard: Code: DB:
Steel Modulus of Elasticity : 2.1000e+008 kN/m ² Poisson's Ratio : 0.3 Thermal Coefficient : 6.6667e-006 1/[F] Weight Density : 76.98 kN/m ³ ☐ Use Mass Density: 7.85 kN/m ³ /g	
☐ Concrete Modulus of Elasticity : 0.0000e+000 kN/m ² Poisson's Ratio : 0 Thermal Coefficient : 0.0000e+000 1/[F] Weight Density : 0 kN/m ³ ☐ Use Mass Density: 0 kN/m ³ /g	
Plasticity Data	
Plastic Material Name	NONE
Inelastic Material Properties for Fiber Model & Non-dissipative element	
Concrete	None
Steel	None
Thermal Transfer	
Specific Heat	0 Btu/kN*[F]
Heat Conduction	0 Btu/m*hr*[F]
Damping Ratio	0.02

Figura 8 – Caratteristiche Acciaio S275

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.2.5 - Condizioni di vincolo

La struttura è stata considerata incastrata alla base.

2.3 - Condizioni di carico e combinazioni

2.3.1 - Input dei carichi

Sono state considerate le seguenti condizioni di carico, riportate nella tabella sottostante.

No	Name	Type
1	G1	Dead Load (D)
2	G2	Dead Load (D)
3	QK	Live Load (L)
4	VENTO -X	Wind Load on Structure (W)
5	VENTO +Y	Wind Load on Structure (W)

Il sisma è stato inserito a modello tramite l'utilizzo dei parametri descritti nella parte iniziale della presente relazione.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Peso proprio degli elementi strutturali (G1)

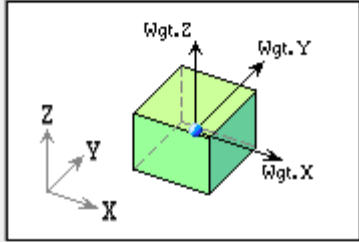
Il peso proprio degli elementi strutturali è stato inserito a modello in funzione del peso specifico del materiale e delle dimensioni geometriche degli elementi utilizzati.

Self Weight

Load Case Name
G1

Load Group Name
Default

Self Weight Factor



X 0

Y 0

Z -1

Load Case	X	Y	Z	Group
G1	0	0	-1	Default

Figura 9 - Peso proprio elementi strutturali

Carichi nei Solai

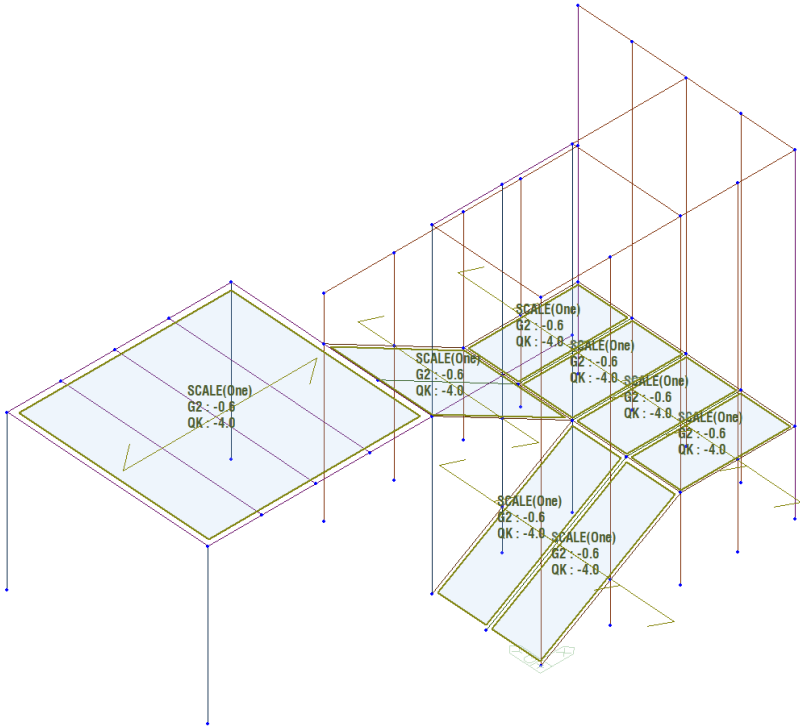


Figura 10 - Carichi solai [kPa]

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Carico Vento X

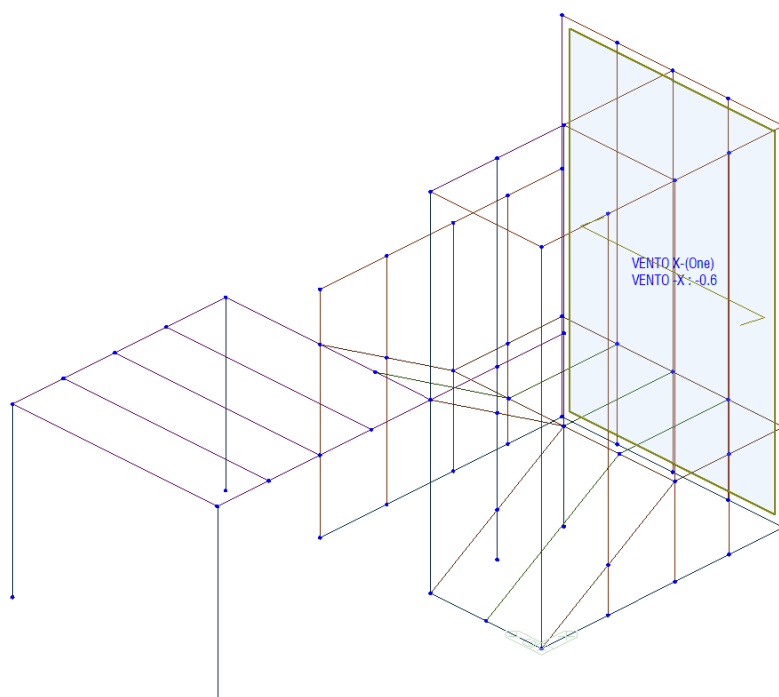


Figura 11 - Carichi Vento x

Carico Vento Y

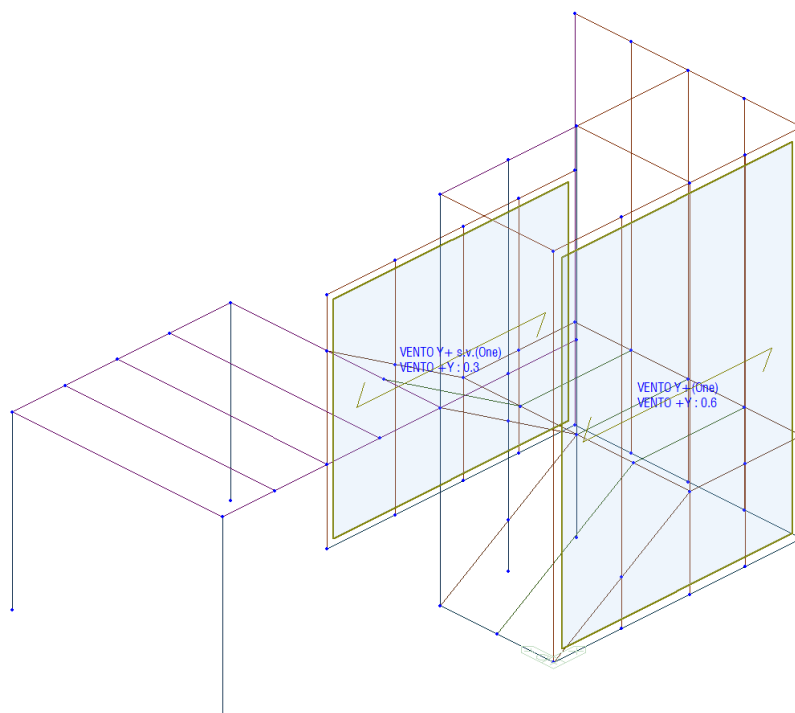


Figura 12 - Carichi Vento Y

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.3.2 - Combinazione dei carichi

Si riportano di seguito le combinazioni dei carichi in formato tabellare.

DESIGN TYPE : Steel Design

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	sLCB1	Strength/Stress G1 (1.300) +	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
2	sLCB2	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
3	sLCB3	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
4	sLCB4	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
5	sLCB5	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
6	sLCB6	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (-0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
7	sLCB7	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (-0.900)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.500)
8	sLCB8	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO -X (-1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
9	sLCB9	Strength/Stress G1 (1.300) + + VENTO +Y (-1.500)	Add	G2 (1.500) +	QK (1.050)
10	sLCB10	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (0.300)	QK (0.600)
11	sLCB11	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (-0.300)	QK (0.600)
12	sLCB12	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (0.300)	QK (0.600)
13	sLCB13	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (-0.300)	QK (0.600)
14	sLCB14	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (-0.300)	QK (0.600)
15	sLCB15	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV X (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV Y (0.300)	QK (0.600)
16	sLCB16	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (-0.300)	QK (0.600)
17	sLCB17	Strength/Stress G1 (1.000) + + SLV Y (-1.000) +	Add	G2 (1.000) + SLV X (0.300)	QK (0.600)
18	sLCB18	Serviceability G1 (1.000) +	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
19	sLCB19	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO -X (0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
20	sLCB20	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO +Y (0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
21	sLCB21	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO -X (-0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)
22	sLCB22	Serviceability G1 (1.000) + + VENTO +Y (-0.600)	Add	G2 (1.000) +	QK (1.000)

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

23	sLCB23	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
24	sLCB24	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
25	sLCB25	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(-1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
26	sLCB26	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(-1.000)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
+					
27	sLCB27	Serviceability G1 (1.000) +	Add	G2 (1.000) +	QK (0.700)
28	sLCB28	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
29	sLCB29	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
30	sLCB30	Serviceability G1 (1.000) + VENTO -X(-0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
31	sLCB31	Serviceability G1 (1.000) + VENTO +Y(-0.200)	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)
+					
32	sLCB32	Serviceability G1 (1.000) +	Add	G2 (1.000) +	QK (0.600)

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.4 - Principali risultati di calcolo

2.4.1 - Risultati analisi modale

EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency		Period		Tolerance							
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	(sec)								
	1	12.9777	2.0655	0.4842	0.0000e+00								
	2	15.8013	2.5149	0.3976	0.0000e+00								
	3	17.0373	2.7116	0.3688	0.0000e+00								
	4	22.0488	3.5092	0.2850	0.0000e+00								
	5	23.0332	3.6659	0.2728	0.0000e+00								
	6	29.6926	4.7257	0.2116	0.0000e+00								
	7	32.5097	5.1741	0.1933	0.0000e+00								
	8	38.9968	6.2065	0.1611	0.0000e+00								
	9	47.9211	7.6269	0.1311	0.0000e+00								
	10	54.2851	8.6397	0.1157	0.0000e+00								
	11	73.0521	11.6266	0.0860	0.0000e+00								
	12	109.7147	17.4616	0.0573	0.0000e+00								
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	3.6325	3.6325	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7.1891	7.1891	2.3307	2.3307
	2	0.0166	3.6491	35.7032	35.7033	0.0000	0.0001	6.0068	6.0068	0.0001	7.1892	0.0094	2.3401
	3	0.0294	3.6785	20.8911	56.5945	0.0000	0.0001	3.3518	9.3586	0.0002	7.1894	23.1072	25.4473
	4	0.0693	3.7478	0.8879	57.4823	0.0000	0.0001	3.0373	12.3959	0.0191	7.2085	6.9338	32.3811
	5	26.6028	30.3506	0.4319	57.9143	0.0000	0.0001	0.0427	12.4386	1.0073	8.2158	26.2300	58.6110
	6	1.5983	31.9489	0.5012	58.4155	0.0023	0.0024	0.0888	12.5274	0.6692	8.8849	1.2664	59.8775
	7	12.8641	44.8130	0.6458	59.0613	0.0016	0.0040	0.2219	12.7493	0.0000	8.8849	0.8041	60.6816
	8	0.9662	45.7792	3.1149	62.1762	0.0008	0.0047	5.3660	18.1153	2.6304	11.5153	1.6834	62.3650
	9	4.8632	50.6425	8.1317	70.3079	0.0002	0.0049	8.8426	26.9578	6.4998	18.0151	3.9750	66.3400
	10	2.1349	52.7773	18.7706	89.0785	0.0013	0.0062	19.8790	46.8368	0.2132	18.2283	9.6261	75.9661
	11	0.9382	53.7156	8.9257	98.0041	0.0023	0.0086	12.8575	59.6944	0.6140	18.8423	4.7262	80.6923
	12	36.9266	90.6421	0.0853	98.0894	0.0555	0.0641	0.2690	59.9634	9.1719	28.0143	5.5259	86.2183

Figura 13 - Risultati analisi modale

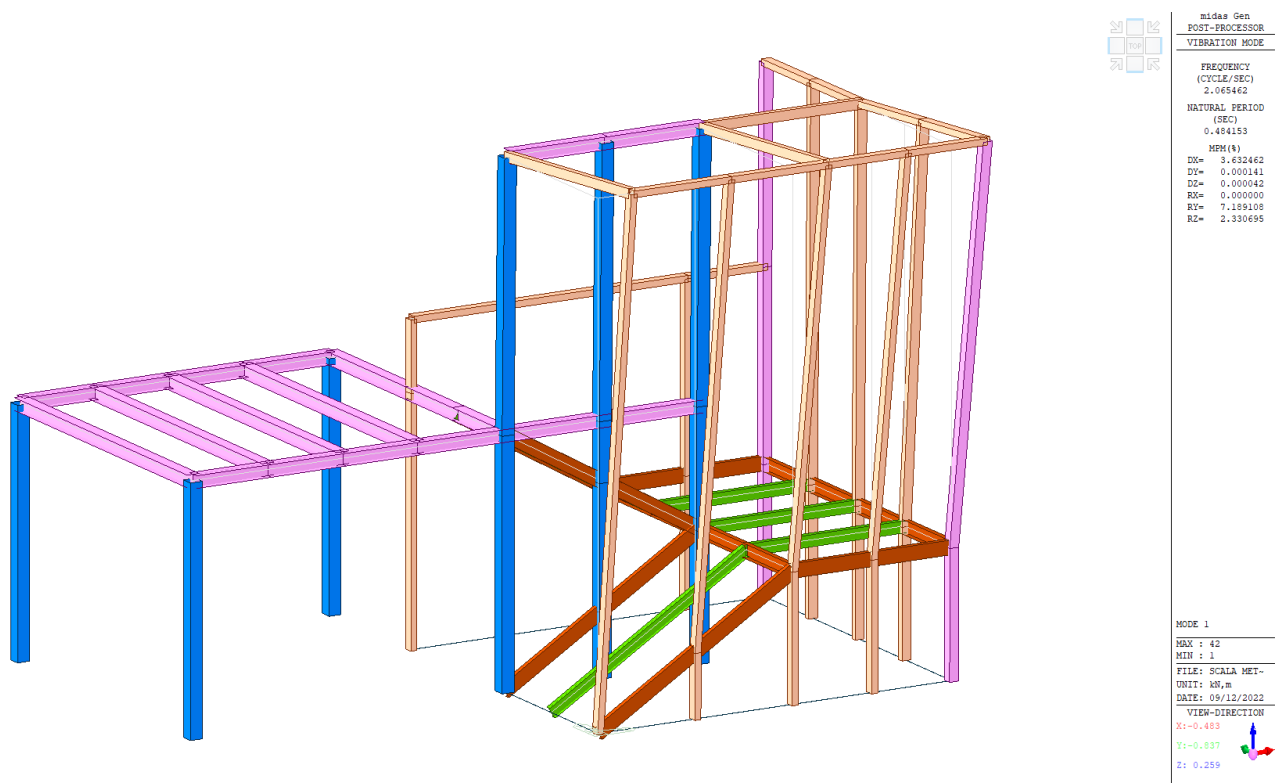
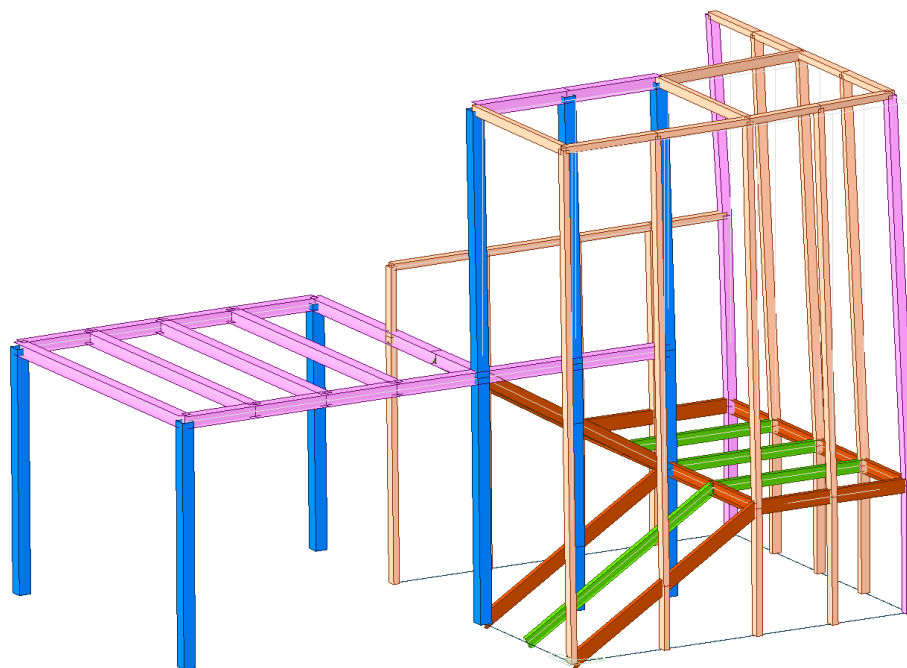


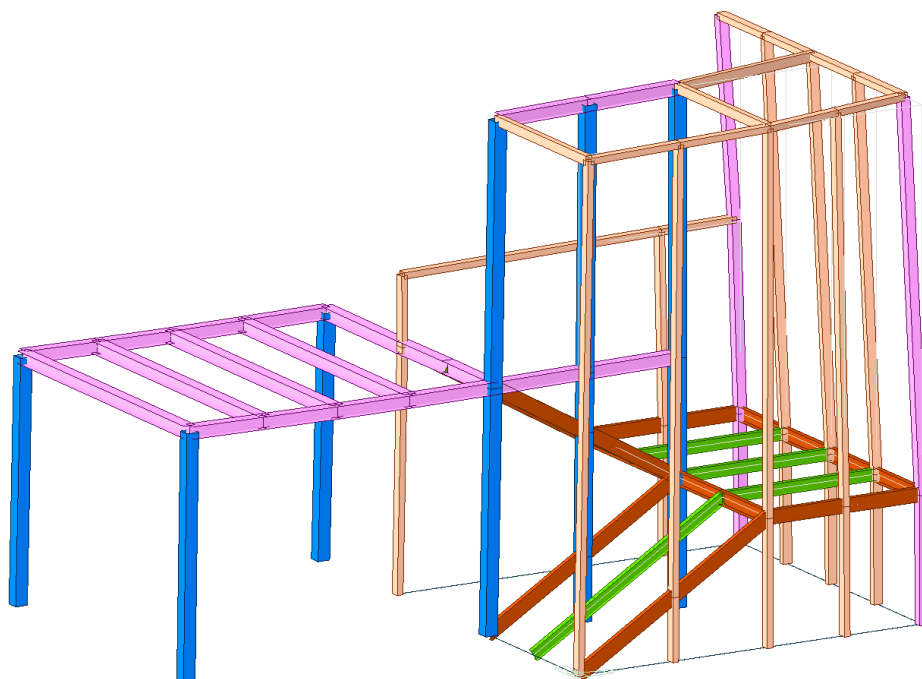
Figura 14 - Primo modo di vibrare

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA



midas Gen POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY (CYCLE/SEC)
2.514857
NATURAL PERIOD (SEC)
0.397637
MPM(%)
DX= 0.016600
DY= 35.703205
DZ= 0.000010
RX= 6.006817
RY= 0.000051
RZ= 0.009372
MODE 2
MAX : 44
MIN : 1
FILE: SCALA MET-
UNIT: km,m
DATE: 09/12/2022
VIEW-DIRECTION
X1=0.483
Y1=0.837
Z1=0.259

Figura 15 - Secondo modo di vibrare



midas Gen POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE
FREQUENCY (CYCLE/SEC)
2.711578
NATURAL PERIOD (SEC)
0.368759
MPM(%)
DX= 0.029411
DY= 20.891138
DZ= 0.000018
RX= 3.351779
RY= 0.000220
RZ= 23.107191
MODE 3
MAX : 43
MIN : 1
FILE: SCALA MET-
UNIT: km,m
DATE: 09/12/2022
VIEW-DIRECTION
X1=0.483
Y1=0.837
Z1=0.259

Figura 16 - Terzo modo di vibrare

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA



Midas Gen
POST-PROCESSOR
VIBRATION MODE

FREQUENCY	(CYCLE/SEC)
3.509177	
NATURAL PERIOD	(SEC)
0.284967	
MPH(%)	
DX=	0.069344
DY=	0.007855
DZ=	0.000028
PX=	3.037310
PI=	0.019081
PZ=	6.933802

MODE 4

MAX : 33

MIN : 1

FILE: SCALA.MET-

UNIT: MM, M

DATE: 09/12/2022

VIEW-DIRECTION

X1: 0.483

Y1: 0.837

Z1: 0.259

Figura 17 - Quarto modo di vibrare

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.4.2 - Reazioni alla base

SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT						
	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)		
	G1	-0.000000	0.000000	73.734174		
	G2	-0.000000	0.000000	36.426294		
	QK	-0.000000	0.000000	242.841957		
	VENTO -	25.919999	0.000000	-0.000000		
	VENTO +	-0.000000	-37.081499	0.000000		
	SLV X(R)	75.323085	12.457839	0.959562		
	SLV Y(R)	17.000157	90.132079	1.326693		
	SLD X(R)	29.860381	4.927512	0.379567		
	SLD Y(R)	6.717411	35.596908	0.524804		
	gLCB1	-0.000000	0.000000	514.756802		
	gLCB2	23.327999	0.000000	514.756802		
	gLCB3	-0.000000	-33.373349	514.756802		
	gLCB4	38.879999	0.000000	405.477921		
	gLCB5	-0.000000	-55.622249	405.477921		
	gLCB6	-23.328000	0.000000	514.756802		
	gLCB7	-0.000000	33.373349	514.756802		
	gLCB8	-38.879999	0.000000	405.477921		
	gLCB9	-0.000000	55.622249	405.477921		
	gLCB10	80.423133	39.497463	257.223212		
	gLCB11	70.223038	-14.581785	256.427196		
	gLCB12	39.597083	93.869430	257.480204		
	gLCB13	-5.596768	86.394727	256.904467		
	gLCB14	-80.423133	-39.497462	254.508072		
	gLCB15	-70.223038	14.581785	255.304088		
	gLCB16	-39.597083	-93.869430	254.251080		
	gLCB17	5.596768	-86.394727	254.826817		
	gLCB18	-0.000000	0.000000	353.002425		
	gLCB19	15.552000	0.000000	353.002425		
	gLCB20	-0.000000	-22.248900	353.002425		
	gLCB21	-15.552000	0.000000	353.002425		
	gLCB22	-0.000000	22.248900	353.002425		
	gLCB23	25.919999	0.000000	280.149838		
	gLCB24	-0.000000	-37.081499	280.149838		
	gLCB25	-25.919999	0.000000	280.149838		
	gLCB26	-0.000000	37.081499	280.149838		
	gLCB27	-0.000000	0.000000	280.149838		
	gLCB28	5.184000	0.000000	255.865642		
	gLCB29	-0.000000	-7.416300	255.865642		
	gLCB30	-5.184000	0.000000	255.865642		
	gLCB31	-0.000000	7.416300	255.865642		
	gLCB32	-0.000000	0.000000	255.865642		
	STL ENV	-80.423133	93.869430	514.756802		
	STL ENV	80.423133	93.869430	514.756802		
	STL ENV	-80.423133	-93.869430	254.251080		
	STL ENV	-25.919999	37.081499	353.002425		
	STL ENV	25.919999	37.081499	353.002425		
	STL ENV	-25.919999	-37.081499	255.865642		
	sLCB1	-0.000000	0.000000	514.756802		
	sLCB2	23.327999	0.000000	514.756802		
	sLCB3	-0.000000	-33.373349	514.756802		
	sLCB4	38.879999	0.000000	405.477921		
	sLCB5	-0.000000	-55.622249	405.477921		
	sLCB6	-23.328000	0.000000	514.756802		
	sLCB7	-0.000000	33.373349	514.756802		
	sLCB8	-38.879999	0.000000	405.477921		
	sLCB9	-0.000000	55.622249	405.477921		
	sLCB10	80.423133	39.497463	257.223212		
	sLCB11	70.223038	-14.581785	256.427196		
	sLCB12	39.597083	93.869430	257.480204		
	sLCB13	-5.596768	86.394727	256.904467		
	sLCB14	-80.423133	-39.497462	254.508072		
	sLCB15	-70.223038	14.581785	255.304088		
	sLCB16	-39.597083	-93.869430	254.251080		
	sLCB17	5.596768	-86.394727	254.826817		
	sLCB18	-0.000000	0.000000	353.002425		
	sLCB19	15.552000	0.000000	353.002425		
	sLCB20	-0.000000	-22.248900	353.002425		
	sLCB21	-15.552000	0.000000	353.002425		
	sLCB22	-0.000000	22.248900	353.002425		
	sLCB23	25.919999	0.000000	280.149838		
	sLCB24	-0.000000	-37.081499	280.149838		
	sLCB25	-25.919999	0.000000	280.149838		
	sLCB26	-0.000000	37.081499	280.149838		
	sLCB27	-0.000000	0.000000	280.149838		
	sLCB28	5.184000	0.000000	255.865642		
	sLCB29	-0.000000	-7.416300	255.865642		
	sLCB30	-5.184000	0.000000	255.865642		
	sLCB31	-0.000000	7.416300	255.865642		
	sLCB32	-0.000000	0.000000	255.865642		

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.4.3 - Involuppo delle sollecitazioni

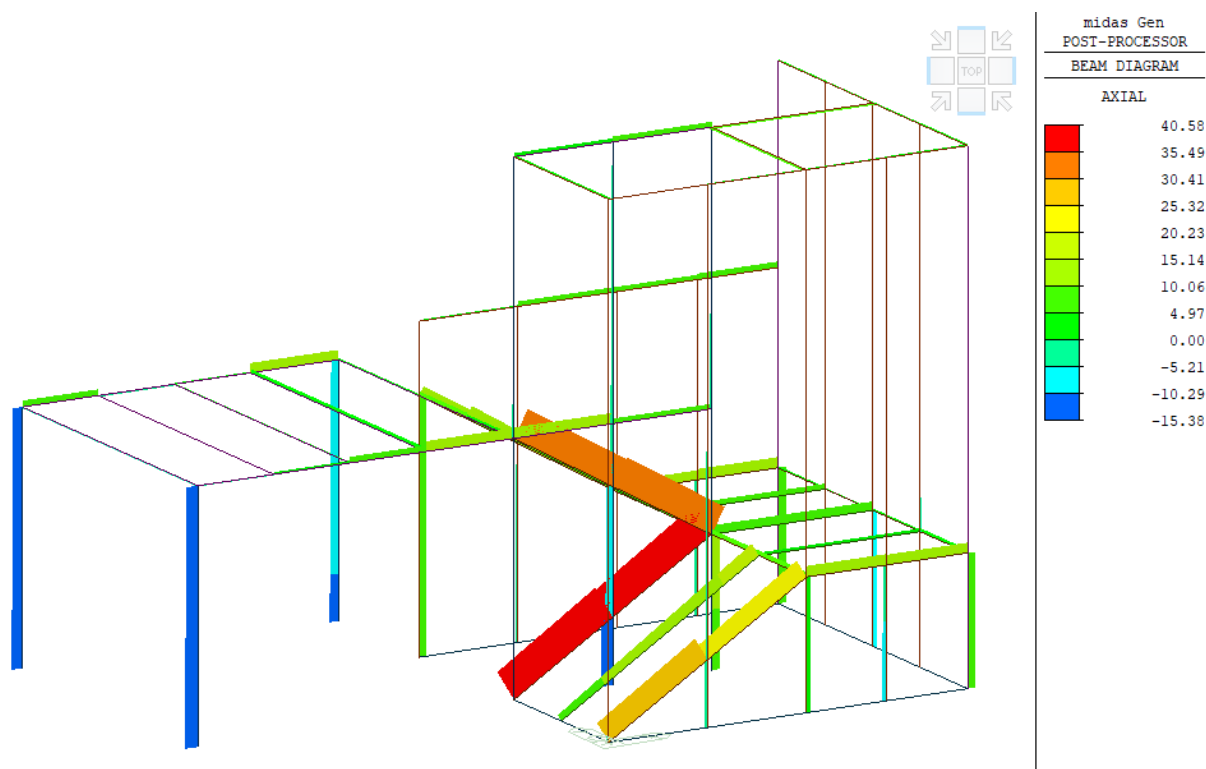


Figura 18 – Involuppo dello sforzo assiale F_x – Combinazioni SLU e SLV [kN]

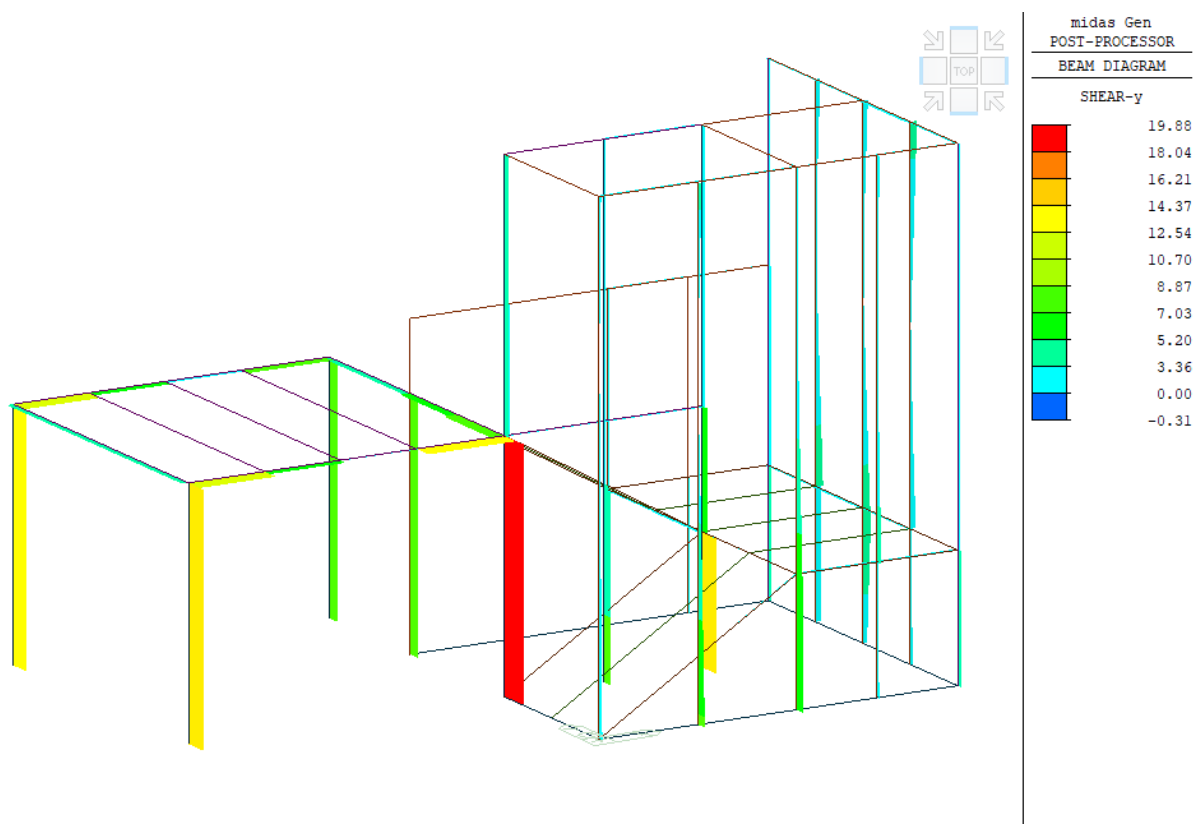


Figura 19 – Involuppo dello sforzo di taglio F_y – Combinazioni SLU e SLV [kN]

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

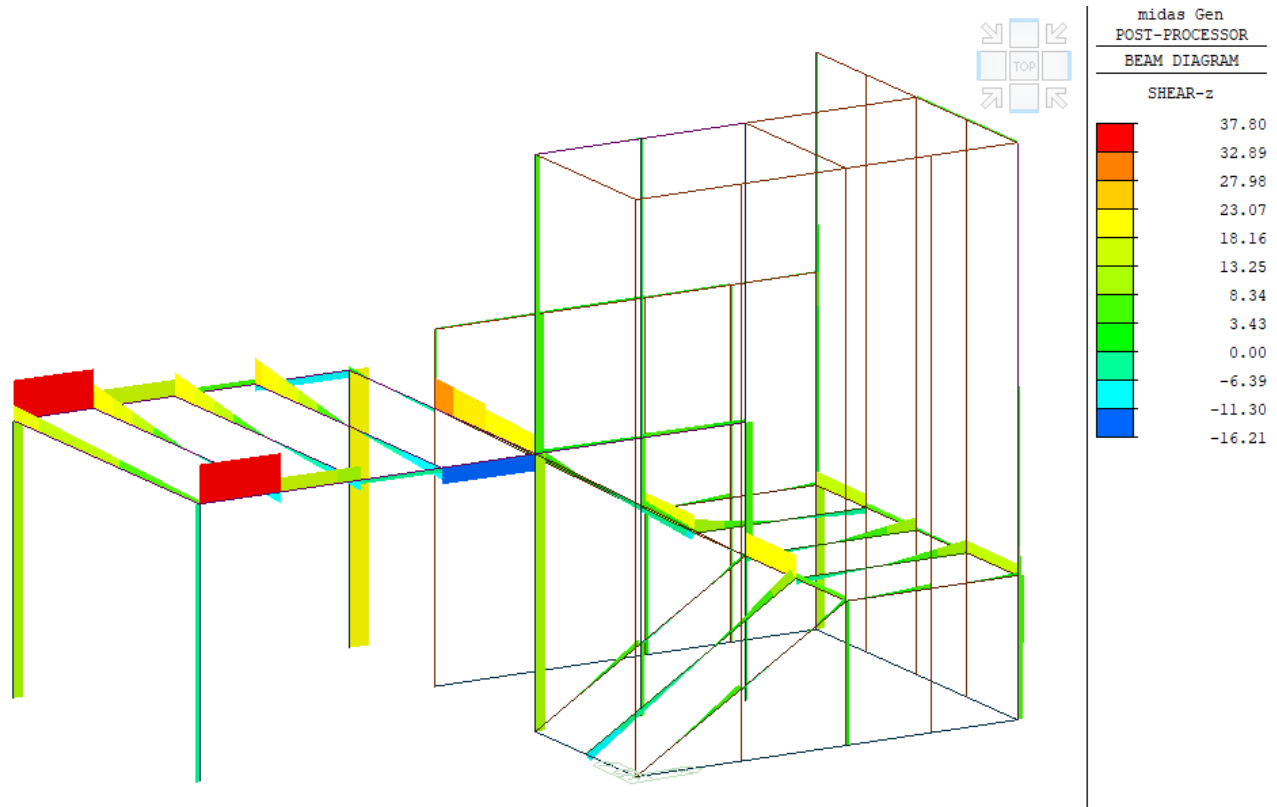


Figura 20 – Involuppo dello sforzo di taglio F_z – Combinazioni SLU e SLV [kN]

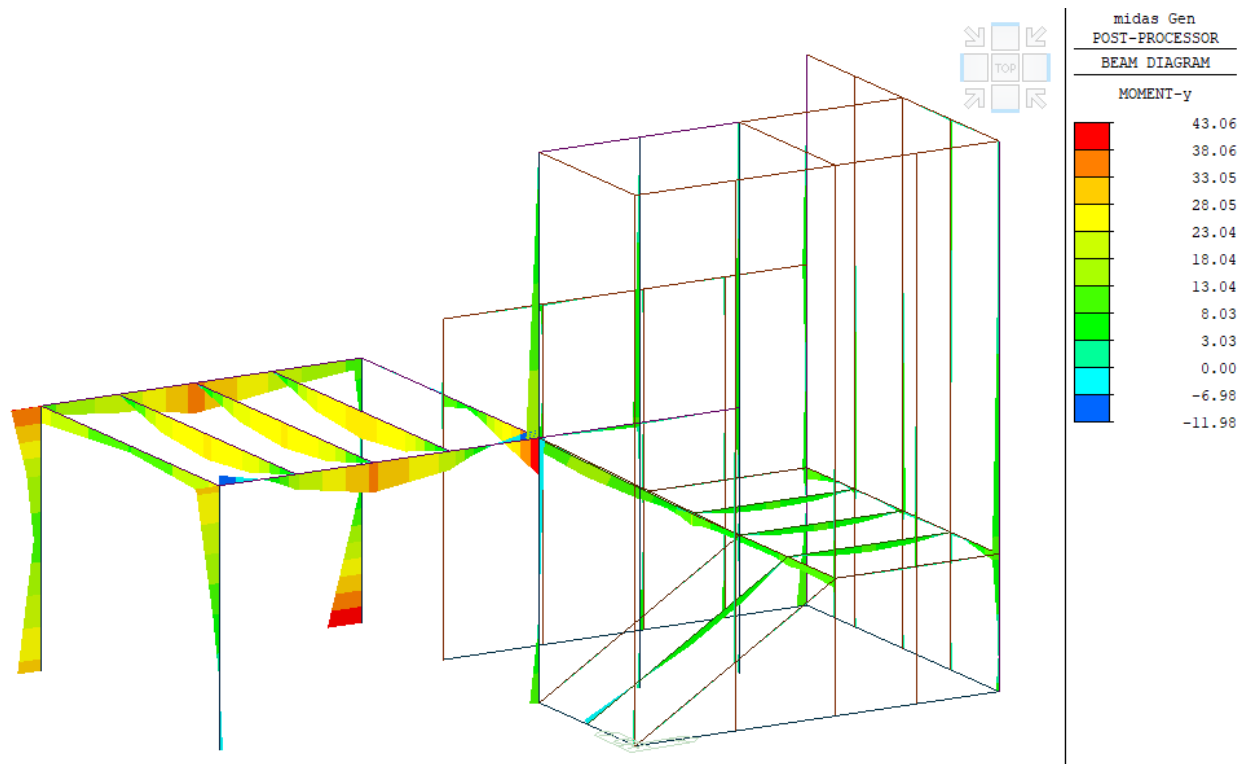


Figura 21 - Involuppo del momento flettente M_y [kNm]

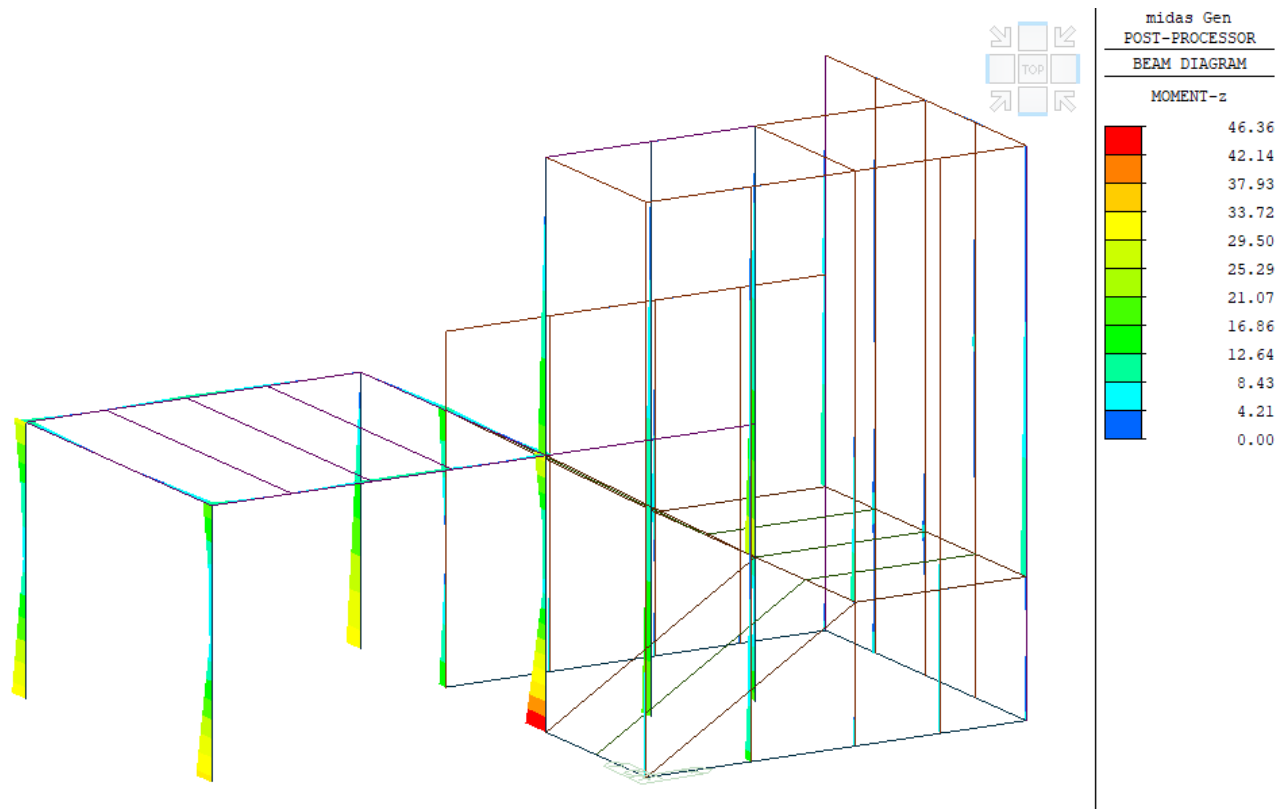


Figura 22 - Involuppo del momento flettente M_z [kNm]

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.5 - Verifica del grigliato

Si riporta la tabella di portata per questo tipo di grigliato:

TABELLA DI PORTATA GRIGLIATO

Classe 1 - folla compatta (portata pedonale) - secondo UNI 11002-1

Associazione nazionale tra i produttori italiani di grigliati elettrosaldati e pressati in acciaio e leghe metalliche
qualità e sicurezza

- D.M. 14 gennaio 2008 - 3.1.4 - tabella 3.1.II - Categoria E
- Carico dinamico 600 daN/m²
- Materiale acciaio S235JR - Sigma snervamento= 23,5 daN/mm² - Sigma confronto= 22,38 daN/mm²
- Freccia max. 5 mm
- Freccia max. 1/200 di Ln



Tabella parte 1

		Interasse barre portanti (mm)																			
		11		15		17		22		25		30		33		34		44		66	
		Ln= luce netta massima tra gli appoggi (mm) - f= freccia elastica (mm)																			
		Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f	Ln	f
sezione barre portanti	20 x 2	1129	5,00	1045	5,00	1013	5,00	933	4,65	894	4,46	842	4,21	815	4,06	807	4,02	741	3,70	633	2,96
	25 x 2	1335	5,00	1235	5,00	1197	5,00	1123	5,00	1087	5,00	1039	5,00	1014	5,00	1007	5,00	926	4,62	792	3,71
	30 x 2	1531	5,00	1417	5,00	1373	5,00	1287	5,00	1247	5,00	1191	5,00	1163	5,00	1154	5,00	1082	5,00	950	4,44
	35 x 2	1718	5,00	1590	5,00	1541	5,00	1445	5,00	1400	5,00	1337	5,00	1306	5,00	1296	5,00	1215	5,00	1098	5,00
	40 x 2	1900	5,00	1758	5,00	1704	5,00	1597	5,00	1547	5,00	1478	5,00	1443	5,00	1432	5,00	1343	5,00	1214	5,00
	45 x 2	2075	5,00	1920	5,00	1861	5,00	1745	5,00	1690	5,00	1615	5,00	1577	5,00	1565	5,00	1467	5,00	1326	5,00
	50 x 2	2246	5,00	2078	5,00	2014	5,00	1888	5,00	1829	5,00	1747	5,00	1706	5,00	1694	5,00	1588	5,00	1435	5,00
	25 x 3	1478	5,00	1367	5,00	1325	5,00	1242	5,00	1203	5,00	1150	5,00	1123	5,00	1114	5,00	1045	5,00	926	4,62
	30 x 3	1694	5,00	1568	5,00	1519	5,00	1425	5,00	1380	5,00	1318	5,00	1287	5,00	1278	5,00	1198	5,00	1082	5,00
	35 x 3	1902	5,00	1760	5,00	1706	5,00	1599	5,00	1549	5,00	1480	5,00	1445	5,00	1434	5,00	1345	5,00	1215	5,00
40 x 3	2102	5,00	1945	5,00	1885	5,00	1768	5,00	1712	5,00	1636	5,00	1597	5,00	1585	5,00	1486	5,00	1343	5,00	

Per un carico di folla compatta pari a 600 kg/mq la luce netta massima tra gli appoggi per questo tipo di grigliato è pari a 1235mm. Nel caso in oggetto sono stati previsti 400 kg/mq di sovraccarico.

La portata del grigliato è quindi tale da soddisfare i requisiti richiesti.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

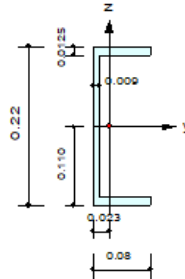
2.6 - Verifica degli elementi metallici

Si riportano nel seguito le verifiche effettuate per i principali elementi strutturali in acciaio S275, e la mappatura dei rapporti di sfruttamento dei profili metallici.

UPN220

1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	15
Material	S275 (No:1) ($F_y = 275000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	UPN220 (No:1) (Rolled : UPN220).
Member Length	: 1.35000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -6.3062$ (LCB: 16, POS:I)
Bending Moments	$M_y = -18.078$, $M_z = -1.7260$
End Moments	$M_{yi} = -18.078$, $M_{yj} = 2.51436$ (for L_b) $M_{zi} = -18.078$, $M_{zj} = 2.51436$ (for L_y) $M_{zi} = -1.7260$, $M_{zj} = -1.6202$ (for L_z)
Shear Forces	$F_{yy} = 2.42894$ (LCB: 12, POS:1/2) $F_{zz} = -23.480$ (LCB: 7, POS:I)

Depth	0.22000	Web Thick	0.00900
Top F Width	0.08000	Top F Thick	0.01250
Bot.F Width	0.08000	Bot.F Thick	0.01250
Area	0.00374	Asz	0.00198
Oyb	0.01628	Ozb	0.00160
Iyy	0.00003	Izz	0.00000
Ybar	0.02341	Zbar	0.11000
Wely	0.00025	Welz	0.00003
ry	0.08480	rz	0.02300

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 1.35000$, $L_z = 1.35000$, $L_b = 1.35000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 1.00$, $C_{mz} = 1.00$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Result

Slenderness Ratio	$KL/r = 162.6 < 200.0$ (Memb:27, LCB: 17)..... O.K
Axial Resistance	$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 6.31/1028.50 = 0.006 < 1.000$ O.K
Bending Resistance	$M_{Edy}/M_{Rdy} = 18.0778/80.3000 = 0.225 < 1.000$ O.K $M_{Edz}/M_{Rdz} = 1.7260/19.7656 = 0.087 < 1.000$ O.K
Combined Resistance	$R_{MNRd} = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$ $R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$ $R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$, $R_{byM} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$ $R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{bLT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{max} = MAX[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), MAX[R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2}]] = 0.319 < 1.000$.. O.K
Shear Resistance	$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.008 < 1.000$ O.K $V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.074 < 1.000$ O.K

5. Deflection Checking Results

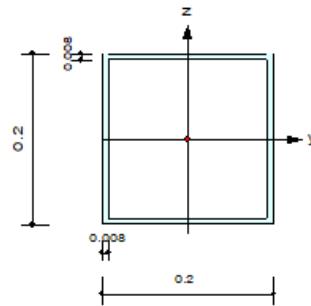
$L/250.0 = 0.0054 > 0.0002$ (Memb:14, LCB: 24, POS: 0.7m, Dir-Z)..... O.K

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Tub. 200x200x8mm

1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	35
Material	S275 (No:1) ($F_y = 275000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	tub200x200x8 (No:2) (Built-up Section).
Member Length	: 3.85000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -35.490$ (LCB: 14, POS:I)
Bending Moments	$M_y = -43.107$, $M_z = -17.925$
End Moments	$M_{yi} = -43.107$, $M_{yj} = -11.088$ (for L_b) $M_{zi} = -17.925$, $M_{zj} = -7.5988$ (for L_z)
Shear Forces	$F_{yy} = -15.941$ (LCB: 16, POS:1/2) $F_{zz} = -21.124$ (LCB: 14, POS:1/2)

Depth	0.20000	Web Thick	0.00800
Flg Width	0.20000	Top F Thick	0.00800
Web Center	0.10000	Bot.F Thick	0.00800
Area	0.00014	Asz	0.00320
O _{yp}	0.01383	O _{zp}	0.01383
I _{yy}	0.00004	I _{zz}	0.00004
Y _{bar}	0.10000	Z _{bar}	0.10000
W _{ely}	0.00038	W _{elz}	0.00038
r _y	0.07845	r _z	0.07845

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 3.85000$, $L_z = 3.85000$, $L_b = 3.85000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 0.85$, $C_{mz} = 0.85$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Result

Slenderness Ratio	$KL/r = 102.0 < 200.0$ (Memb:78, LCB: 17)..... O.K
Axial Resistance	$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 35.49/1689.60 = 0.021 < 1.000$ O.K
Bending Resistance	$M_{Edy}/M_{Rdy} = 43.107/121.722 = 0.354 < 1.000$ O.K $M_{Edz}/M_{Rdz} = 17.925/121.722 = 0.147 < 1.000$ O.K
Combined Resistance	$R_{MNRd} = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$ $R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$ $R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$, $R_{byM} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$ $R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{bLT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$ $R_{max} = MAX[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), MAX(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.522 < 1.000$.. O.K
Shear Resistance	$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.031 < 1.000$ O.K $V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.042 < 1.000$ O.K

5. Deflection Checking Results

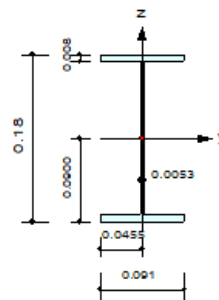
$L/150.0 = 0.0533 > 0.0264$ (Memb:7, LCB: 24, Dir-Y)..... O.K

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

IPE 180

1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	17
Material	S275 (No:1) ($F_y = 275000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	IPE180 (No:3) (Rolled : IPE180).
Member Length	: 3.81608



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -14.706$ (LCB: 7, POS:I)
Bending Moments	$M_y = -15.276$, $M_z = -0.0555$
End Moments	$M_{yi} = -15.276$, $M_{yj} = 0.00000$ (for Lb) $M_{yi} = -15.276$, $M_{yj} = 0.00000$ (for Ly) $M_{zi} = -0.0555$, $M_{zj} = 0.00000$ (for Lz)
Shear Forces	$F_{yy} = 0.02829$ (LCB: 12, POS:1/2) $F_{zz} = -19.534$ (LCB: 6, POS:I)

Depth	0.18000	Web Thick	0.00530
Top F Width	0.09100	Top F Thick	0.00800
Bot.F Width	0.09100	Bot.F Thick	0.00800
Area	0.00239	A _{zz}	0.00095
I _{yy}	0.01517	I _{zz}	0.00104
I _{yy}	0.00001	I _{zz}	0.00000
Y _{bar}	0.04550	Z _{bar}	0.00000
W _{ely}	0.00015	W _{elz}	0.00002
r _y	0.07398	r _z	0.02081

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 3.81608$, $L_z = 3.81608$, $L_b = 3.81608$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 1.00$, $C_{mz} = 1.00$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$KL/r = 183.4 < 200.0$ (Memb:17, LCB: 7)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/M[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 14.706/124.832 = 0.118 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 15.276/24.2557 = 0.630 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.05549/9.42581 = 0.006 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

$R_{MNRd} = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{Ny_Rd}, M_{Edz}/M_{Nz_Rd}]$

$R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{Ny_Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{Nz_Rd})^{\beta}$

$R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$, $R_{byM} = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$

$R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{bLT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{max} = \text{MAX}[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), \text{MAX}(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.678 < 1.000$.. O.K

Shear Resistance

$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.000 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.110 < 1.000$ O.K

5. Deflection Checking Results

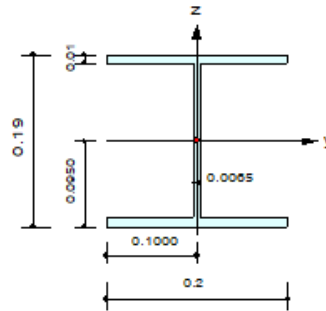
$L/250.0 = 0.0150 > 0.0046$ (Memb:33, LCB: 22, POS: 1.9m, Dir-Z)..... O.K

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

HEA200

1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	25
Material	S275 (No:1) ($F_y = 275000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	HEA200 (No:4) (Rolled : HEA200).
Member Length	: 1.35000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -4.1546$ (LCB: 16, POS:I)
Bending Moments	$M_y = -46.728$, $M_z = -9.0719$
End Moments	$M_{yi} = -46.728$, $M_{yj} = -6.8697$ (for L_b) $M_{yi} = -46.728$, $M_{yj} = -6.8697$ (for L_y) $M_{zi} = -9.0719$, $M_{zj} = -3.9117$ (for L_z)
Shear Forces	$F_{yy} = 8.05224$ (LCB: 12, POS:1/2) $F_{zz} = -31.451$ (LCB: 16, POS:I)

Depth	0.19000	Web Thick	0.00550
Top F Width	0.20000	Top F Thick	0.01000
Bot.F Width	0.20000	Bot.F Thick	0.01000
Area	0.00538	Asz	0.00123
Qyb	0.03130	Qzb	0.00500
Iyy	0.00004	Izz	0.00001
Ybar	0.10000	Zbar	0.09500
Wely	0.00039	Welz	0.00013
ry	0.08280	rz	0.04980

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 1.35000$, $L_z = 1.35000$, $L_b = 1.35000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 1.00$, $C_{mz} = 1.00$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$$KL/r = 100.4 < 200.0 \text{ (Memb:38, LCB: 17)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Axial Resistance

$$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 4.15/1479.50 = 0.003 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 46.728/118.250 = 0.395 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 9.0719/55.4938 = 0.163 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$R_{MNRd} = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$$

$$R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\beta}$$

$$R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$$

$$R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), \text{MAX}(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.561 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.012 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.110 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

5. Deflection Checking Results

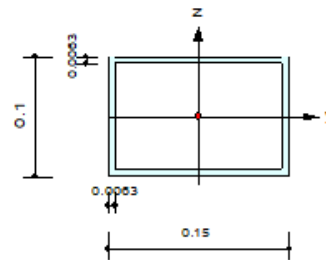
$$L/250.0 = 0.0200 > 0.0072 \text{ (Memb:43, LCB: 22, POS: 2.5m, Dir-Z)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Tub.150x100x6.3

1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	90
Material	S275 (No:1) ($F_y = 275000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	150x100x6.3 (No:6) (Built-up Section).
Member Length	: 3.85000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -38.501$ (LCB: 16, POS:1)
Bending Moments	$M_y = -0.7840$, $M_z = -16.054$
End Moments	$M_{yi} = -0.7840$, $M_{yj} = -1.3874$ (for L_b) $M_{yi} = -0.7840$, $M_{yj} = -1.3874$ (for L_y) $M_{zi} = -16.054$, $M_{zj} = -15.244$ (for L_z)
Shear Forces	$F_{yy} = -8.4163$ (LCB: 16, POS:1/2) $F_{zz} = 0.61513$ (LCB: 10, POS:1/2)

Depth	0.10000	Web Thick	0.00630
Flg Width	0.15000	Top F Thick	0.00630
Web Center	0.14370	Bot.F Thick	0.00630
Area	0.00299	Asz	0.00126
Oyb	0.00447	Ozb	0.00595
Iyy	0.00000	Izz	0.00001
Ybar	0.07500	Zbar	0.05000
Wely	0.00010	Welz	0.00012
ry	0.04029	rz	0.05556

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 3.85000$, $L_z = 3.85000$, $L_b = 3.85000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 0.85$, $C_{mz} = 0.85$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$$KL/r = 198.6 < 200.0 \text{ (Memb:54, LCB: 17)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Axial Resistance

$$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 38.501/398.031 = 0.097 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.7840/30.9674 = 0.025 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 16.0543/41.2498 = 0.389 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$R_{MNRd} = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$$

$$R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$$

$$R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$$

$$R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = \text{MAX}[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), \text{MAX}(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.461 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.028 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.003 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

5. Deflection Checking Results

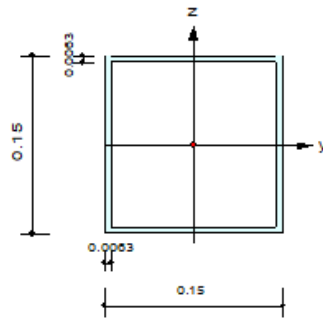
$$L/150.0 = 0.0533 > 0.0265 \text{ (Memb:3, LCB: 24, Dir-Y)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Tub 150x15016.3

1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	10
Material	S275 (No:1) ($F_y = 275000$, $E_s = 210000000$)
Section Name	150x150x6.3 (No:7) (Built-up Section).
Member Length	: 8.00000



2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -9.5702$ (LCB: 14, POS:I)
Bending Moments	$M_y = -13.141$, $M_z = -2.2595$
End Moments	$M_{yi} = -13.141$, $M_{yj} = -5.3720$ (for L_b) $M_{yi} = -13.141$, $M_{yj} = -5.3720$ (for L_y) $M_{zi} = -2.2595$, $M_{zj} = -1.5699$ (for L_z)
Shear Forces	$F_{yy} = -3.7782$ (LCB: 16, POS:I) $F_{zz} = -9.2609$ (LCB: 14, POS:I)

Depth	0.15000	Web Thick	0.00630
Flg Width	0.15000	Top F Thick	0.00630
Web Center	0.14370	Bot.F Thick	0.00630
Area	0.00362	Asz	0.00189
Oy	0.00775	Ozb	0.00775
Iyy	0.00001	Izz	0.00001
Ybar	0.07500	Zbar	0.07500
Wely	0.00017	Welz	0.00017
ry	0.05872	rz	0.05872

3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 2.00000$, $L_z = 2.00000$, $L_b = 2.00000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$, $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 0.85$, $C_{mz} = 0.85$, $C_{mLT} = 1.00$

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$$KL/r = 102.2 < 200.0 \text{ (Memb:10, LCB: 14)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Axial Resistance

$$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 9.570/995.841 = 0.010 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Bending Resistance

$$M_{Edy}/M_{Rdy} = 13.1406/53.6978 = 0.245 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$M_{Edz}/M_{Rdz} = 2.2595/53.6978 = 0.042 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Combined Resistance

$$R_{MNRd} = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$$

$$R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$$

$$R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$$

$$R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{bLT2} = (k_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$$

$$R_{max} = MAX[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), MAX(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2})] = 0.296 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Shear Resistance

$$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.013 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

$$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.031 < 1.000 \dots\dots\dots \text{O.K}$$

5. Deflection Checking Results

$$L/150.0 = 0.0533 > 0.0227 \text{ (Memb:2, LCB: 23, Dir-X)} \dots\dots\dots \text{O.K}$$

Mappatura rapporti di sfruttamento

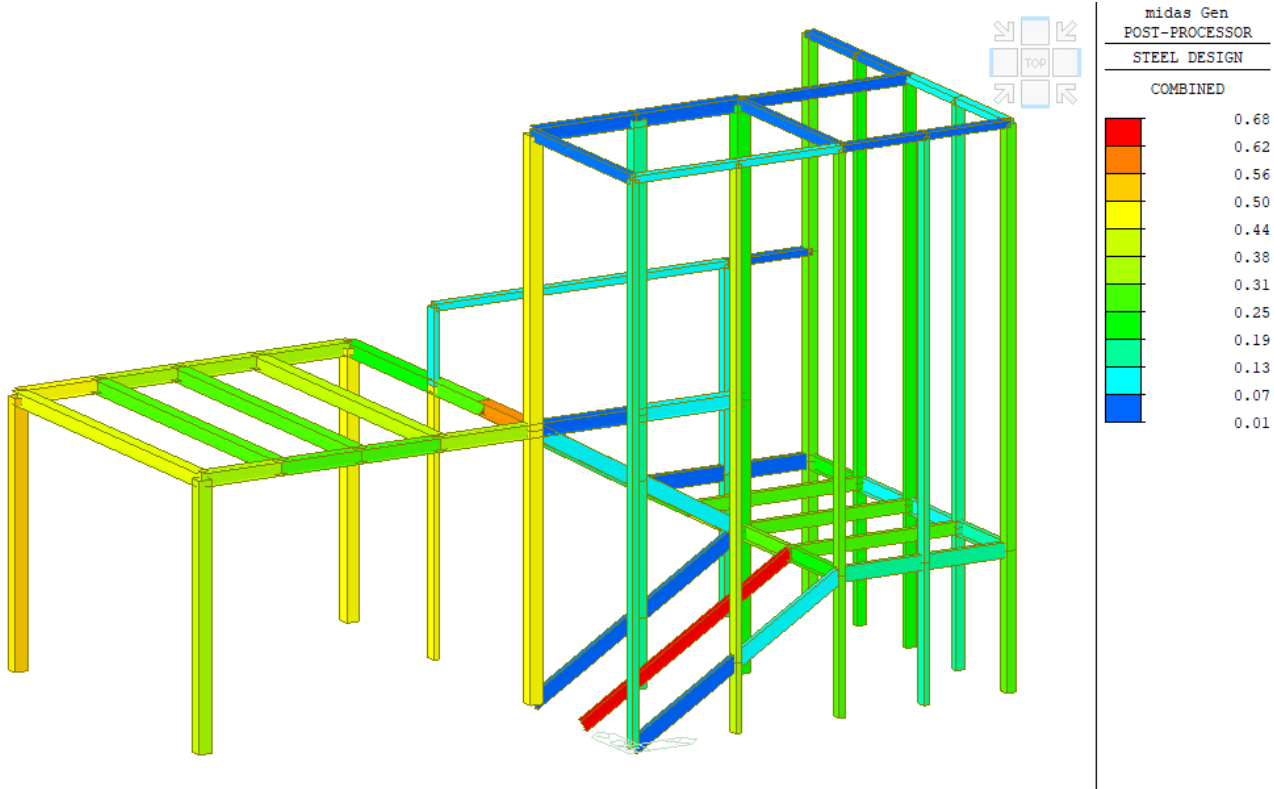


Figura 23 - Mappatura dei rapporti di sfruttamento dei profili metallici

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI				Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA				Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.7 - Tabulati di calcolo – Verifiche strutturali

CHK	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed	T,Ed	Def
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd	T,Rd	Defa
OK	4	1	0	UPN220		14	1.90804	1.90804	1.000	1.000	-25.551	-2.0956	-2.0956	-0.1825	-0.0928	-2.0645	-	-0.0001
	0.060	0.017	0	S275	275000		1.90804	1.90804	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00763
OK	5	1	0	UPN220		9	1.32500	1.32500	1.000	1.000	0.07403	-1.0553	-1.0553	2.99050	-2.2570	3.32510	-	-0.0000
	0.165	0.015	0	S275	275000		1.32500	1.32500	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00530
OK	8	1	0	UPN220		16	1.35000	1.35000	1.000	1.000	-3.2439	-12.725	-12.725	-0.2190	-0.5636	-11.808	-	-0.0001
	0.173	0.037	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	12	1	0	UPN220		16	2.65000	1.32500	1.000	1.000	-5.1909	-1.3344	-1.3344	-0.7521	-0.8161	-2.5394	-	-0.0000
	0.060	0.015	0	S275	275000		2.65000	2.65000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.01060
OK	13	1	0	UPN220		16	1.35000	1.35000	1.000	1.000	-1.2821	-4.1534	-4.1534	-1.3304	-2.0584	-4.8730	-	-0.0000
	0.120	0.015	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	14	1	0	UPN220		9	1.35000	1.35000	1.000	1.000	5.67576	-15.304	-15.304	-0.1327	-0.3547	-17.265	-	-0.0002
	0.203	0.054	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	15	1	0	UPN220		16	1.35000	1.35000	1.000	1.000	-6.3062	-18.078	-18.078	-1.7260	-2.3601	-16.184	-	0.00020
	0.319	0.074	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	16	1	0	UPN220		14	1.90804	1.90804	1.000	1.000	-35.322	-1.7338	-1.7338	-0.1561	-0.0828	1.97122	-	-0.0000
	0.064	0.017	0	S275	275000		1.90804	1.90804	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00763
OK	26	1	0	UPN220		16	1.86983	1.86983	1.000	1.000	-22.712	-1.4487	-1.4487	-0.8734	-0.4583	2.22280	-	-0.0000
	0.084	0.017	0	S275	275000		1.86983	1.86983	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00748
OK	27	1	0	UPN220		14	3.73965	1.86983	1.000	1.000	-11.941	-3.7337	-3.7337	-1.1130	-0.6657	-3.8761	-	0.00006
	0.137	0.018	0	S275	275000		3.73965	3.73965	1.000	1.000	225.657	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.01496
OK	29	1	0	UPN220		12	1.35000	1.35000	1.000	1.000	2.07707	12.7018	12.7018	0.85228	1.54520	13.2326	-	-0.0001
	0.203	0.042	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	30	1	0	UPN220		16	1.35000	1.35000	1.000	1.000	-3.2725	-12.896	-12.896	-1.0740	-1.9019	-4.5843	-	-0.0002
	0.218	0.055	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	44	1	0	UPN220		16	1.35000	1.35000	1.000	1.000	-1.5616	-3.2070	-3.2070	-0.9733	-0.7046	-2.3935	-	-0.0000
	0.091	0.008	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	45	1	0	UPN220		5	1.35000	1.35000	1.000	1.000	-8.0749	-23.319	-23.319	-0.1929	0.32835	22.6017	-	0.00024
	0.308	0.071	0	S275	275000		1.35000	1.35000	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00540
OK	64	1	0	UPN220		9	1.90804	1.90804	1.000	1.000	-1.9442	-1.5787	-1.5787	1.30138	1.04767	-3.9285	-	-0.0000
	0.087	0.017	0	S275	275000		1.90804	1.90804	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00763
OK	68	1	0	UPN220		9	1.32500	1.32500	1.000	1.000	0.18661	-1.0379	-1.0379	2.85092	2.15164	-3.3120	-	-0.0000
	0.157	0.015	0	S275	275000		1.32500	1.32500	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00530
OK	82	1	0	UPN220		14	1.90804	1.90804	1.000	1.000	-39.124	-1.3333	-1.3333	-0.2565	-0.1344	-2.5780	-	-0.0000
	0.068	0.016	0	S275	275000		1.90804	1.90804	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00763
OK	83	1	0	UPN220		16	1.86983	1.86983	1.000	1.000	-26.166	-1.4474	-1.4474	-0.8547	-0.4571	-2.6533	-	-0.0000
	0.087	0.017	0	S275	275000		1.86983	1.86983	1.000	1.000	1028.50	0.00000	80.3000	19.7656	315.161	318.932	-	0.00748
OK	7	2	0	tub200x200x8		16	8.00000	2.00000	1.000	0.850	-4.7789	-0.6518	-0.6518	-24.229	-14.355	-1.4424	-	0.02645
	0.207	0.029	0	S275	275000		2.00000	2.00000	1.000	0.850	1689.60	0.00000	121.722	121.722	508.068	508.068	-	0.05333
OK	19	2	0	tub200x200x8		16	8.00000	3.85000	1.000	0.850	-58.896	4.20669	4.20669	-45.575	-18.839	3.28189	-	0.01743
	0.444	0.039	0	S275	275000		3.85000	3.85000	1.000	0.850	1689.60	0.00000	121.722	121.722	508.068	508.068	-	0.05333
OK	22	2	0	tub200x200x8		12	3.85000	3.85000	1.000	0.850	-15.263	23.9504	23.9504	31.6331	8.21936	12.7498	-	0.00337
	0.466	0.041	0	S275	275000		3.85000	3.85000	1.000	0.850	1689.60	0.00000	121.722	121.722	508.068	508.068	-	0.02567
OK	34	2	0	tub200x200x8		16	3.85000	3.85000	1.000	0.850	-33.819	-7.3051	-7.3051	-31.717	-13.277	-5.5092	-	0.00034
	0.341	0.031	0	S275	275000		3.85000	3.85000	1.000	0.850	1689.60	0.00000	121.722	121.722	508.068	508.068	-	0.02567
OK	35	2	0	tub200x200x8		14	3.85000	3.85000	1.000	0.850	-35.490	-43.107	-43.107	-17.925	-8.4381	-21.124	-	0.00034
	0.522	0.042	0	S275	275000		3.85000	3.85000	1.000	0.850	1689.60	0.00000	121.722	121.722	508.068	508.068	-	0.02567
OK	78	2	0	tub200x200x8		16	8.00000	1.00000	1.000	0.850	-20.271	-1.0068	-1.0068	-20.968	-7.9047	-1.7601	-	0.02153
	0.193	0.016	0	S275	275000		8.00000	8.00000	1.000	0.850	1689.60	0.00000	121.722	121.722	508.068	508.068	-	0.05333
OK	9	3	0	IPE180		2	2.65000	2.65000	1.000	1.000	-6.4065	8.38678	8.38678	0.00000	0.00000	12.6593	-	-0.0016
	0.288	0.071	0	S275	275000		2.65000	2.65000	1.000	1.000	657.250	30.3247	45.7600	9.42581	0.00000	177.887	-	0.01060
OK	17	3	0	IPE180		7	3.81608	3.81608	1.000	1.000	-14.706	-15.276	-15.276	-0.0555	-0.0145	-19.529	-	-0.0020
	0.678	0.110	0	S275	275000		3.81608	3.81608	1.000	1.000	124.832	24.2557	45.7600	9.42581	241.459	177.887	-	0.01526
OK	18	3	0	IPE180		2	2.65000	2.65000	1.000	1.000	-3.2794	8.38678	8.38678	0.00000	0.00000	12.6593	-	-0.0016
	0.282	0.071	0	S275	275000		2.65000	2.65000	1.000	1.000	657.250	30.3247	45.7600	9.42581	0.00000	177.887	-	0.01060
OK	32	3	0	IPE180		2	2.65000	2.65000	1.000	1.000	-3.7721	8.38678	8.38678	0.00000	0.00000	12.6593	-	-0.0016
	0.283	0.071	0	S275	275000		2.65000	2.65000	1.000	1.000	657.250	30.3247	45.7600	9.42581	0.00000	177.887	-	0.01060
OK	33	3	0	IPE180		2	3.73965	3.73965	1.000	1.000	-2.7264	14.5150	14.5150	0.00000	0.00000	15.5255	-	-0.0046
	0.652	0.087	0	S275	275000		3.73965	3.73965	1.000	1.000	657.250	22.5132	45.7600	9.42581	0.00000	177.887	-	0.01496
OK	24	4	0	HEA200		16	1.62500	1.62500	1.000	1.000	-5.1923	-3.1141	-3.1141	-3.3401	-2.0610	-0.7504	-	0.00008

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI				Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA				Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

CHK	MEMB COM	SECT SHR	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N,Ed	My,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Vy,Ed	Vz,Ed	T,Ed	Def
				Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N,Rd	Mb,Rd	My,Rd	Mz,Rd	Vy,Rd	Vz,Rd	T,Rd	Defa
OK	46	4	0	HEA200		16	1.25000	1.25000	1.000	1.000	-9.1464	-13.923	-13.923	-12.276	-11.627	16.5753	-	0.00013
	0.360	0.130		S275	275000		1.25000	1.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00500
OK	47	4	0	HEA200		12	1.25000	1.25000	1.000	1.000	1.51223	15.8554	15.8554	9.52657	5.84386	6.74158	-	-0.0004
	0.307	0.048		S275	275000		1.25000	1.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00500
OK	48	4	0	HEA200		12	1.25000	1.25000	1.000	1.000	4.49893	15.8554	15.8554	9.52657	1.33808	-4.6597	-	-0.0005
	0.309	0.041		S275	275000		1.25000	1.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00500
OK	49	4	0	HEA200		14	1.25000	1.25000	1.000	1.000	-17.249	-38.213	-38.213	-6.6173	-4.9978	8.11117	-	0.00013
	0.454	0.132		S275	275000		1.25000	1.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00500
OK	50	4	0	HEA200		12	1.25000	1.25000	1.000	1.000	-2.4628	16.4129	16.4129	9.81619	6.06586	11.1357	-	-0.0004
	0.324	0.056		S275	275000		1.25000	1.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00500
OK	51	4	0	HEA200		12	1.25000	1.25000	1.000	1.000	-0.9457	16.4142	16.4142	9.81619	3.04342	-0.3053	-	-0.0005
	0.323	0.050		S275	275000		1.25000	1.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00500
OK	63	4	0	HEA200		9	3.25000	1.62500	1.000	1.000	0.97305	-0.6890	-0.6890	-3.4270	-2.1089	-0.8615	-	0.00005
	0.068	0.003		S275	275000		3.25000	3.25000	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.01300
OK	84	4	0	HEA200		12	1.62500	1.62500	1.000	1.000	4.00878	2.17348	2.17348	2.62628	1.61617	1.67403	-	-0.0001
	0.068	0.011		S275	275000		1.62500	1.62500	1.000	1.000	1479.50	0.00000	118.250	55.4938	678.747	286.582	-	0.00650
OK	3	6	0	150x100x6.3		9	8.00000	2.00000	1.000	0.850	-2.4796	-0.0337	-0.0337	11.4933	6.01407	0.04431	-	0.02646
	0.283	0.021		S275	275000		2.00000	2.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	6	6	0	150x100x6.3		16	8.00000	2.00000	1.000	0.850	-3.5670	-5.5409	-5.5409	-0.8961	-0.2811	-2.3370	-	0.02001
	0.205	0.015		S275	275000		2.00000	2.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	11	6	0	150x100x6.3		14	2.00000	2.00000	1.000	0.850	-19.330	-4.9248	-4.9248	-3.7329	-3.8796	-3.2870	-	0.00156
	0.273	0.025		S275	275000		2.00000	2.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01333
OK	54	6	0	150x100x6.3		5	8.00000	8.00000	1.000	0.850	-2.9886	-0.0653	-0.0653	-7.7182	-3.4410	-0.0108	-	0.02266
	0.193	0.011		S275	275000		8.00000	8.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	59	6	0	150x100x6.3		9	3.25000	1.62500	1.000	1.000	-0.0202	-0.1209	-0.1209	2.91896	-2.1812	-0.3176	-	0.00001
	0.075	0.007		S275	275000		3.25000	3.25000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01300
OK	60	6	0	150x100x6.3		9	2.65000	1.32500	1.000	1.000	-0.0162	-0.1162	-0.1162	2.00992	1.51692	-0.2860	-	0.00002
	0.052	0.005		S275	275000		2.65000	2.65000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01060
OK	61	6	0	150x100x6.3		16	2.70000	1.35000	1.000	1.000	-0.4646	-2.3264	-2.3264	-0.3640	-0.2696	-1.8787	-	-0.0001
	0.085	0.009		S275	275000		2.70000	2.70000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01080
OK	62	6	0	150x100x6.3		4	2.70000	1.35000	1.000	1.000	-0.0606	-0.0418	-0.0418	-1.7920	1.44806	-0.2330	-	-0.0000
	0.045	0.005		S275	275000		2.70000	2.70000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01080
OK	66	6	0	150x100x6.3		5	8.00000	1.00000	1.000	0.850	-11.885	0.06629	0.06629	-13.843	-7.2781	0.12380	-	0.02294
	0.352	0.024		S275	275000		8.00000	8.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	70	6	0	150x100x6.3		9	8.00000	2.00000	1.000	0.850	-9.6039	0.09026	0.09026	6.84191	4.35339	0.09789	-	0.02347
	0.180	0.015		S275	275000		8.00000	8.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	74	6	0	150x100x6.3		16	8.00000	6.00000	1.000	0.850	-0.4797	-4.4042	-4.4042	-0.3483	-0.0716	-2.8502	-	0.02001
	0.151	0.014		S275	275000		6.00000	6.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	76	6	0	150x100x6.3		16	8.00000	2.00000	1.000	0.850	-16.561	-2.6389	-2.6389	-4.1418	-2.7764	-2.6287	-	0.02001
	0.206	0.015		S275	275000		2.00000	2.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.05333
OK	87	6	0	150x100x6.3		14	2.00000	2.00000	1.000	0.850	-6.1502	-4.1410	-4.1410	-1.7158	-0.8579	-2.0705	-	0.00156
	0.183	0.010		S275	275000		2.00000	2.00000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01333
OK	89	6	0	150x100x6.3		16	2.92500	2.92500	1.000	0.850	-9.8252	-1.0107	-1.0107	-6.7587	-2.3107	-0.3456	-	0.00312
	0.208	0.008		S275	275000		2.92500	2.92500	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.01950
OK	90	6	0	150x100x6.3		16	3.85000	3.85000	1.000	0.850	-38.501	-0.7840	-0.7840	-16.054	-8.4163	-0.5074	-	0.00338
	0.461	0.028		S275	275000		3.85000	3.85000	1.000	0.850	398.031	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.02567
OK	100	6	0	150x100x6.3		9	2.70000	2.70000	1.000	1.000	4.29325	0.00000	0.00000	0.27278	0.40412	0.00000	-	-0.0001
	0.012	0.001		S275	275000		2.70000	2.70000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	0.00000	-	0.01080
OK	101	6	0	150x100x6.3		5	2.70000	2.70000	1.000	1.000	-5.1180	0.00000	0.00000	0.27278	0.40412	0.00000	-	-0.0001
	0.013	0.001		S275	275000		2.70000	2.70000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	0.00000	-	0.01080
OK	102	6	0	150x100x6.3		8	2.65000	2.65000	1.000	1.000	7.15075	0.00000	0.00000	0.26277	0.39663	0.00000	-	-0.0001
	0.015	0.001		S275	275000		2.65000	2.65000	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	0.00000	-	0.01060
OK	104	6	0	150x100x6.3		14	1.62500	1.62500	1.000	1.000	-1.5079	-2.0998	-2.0998	-0.8952	-0.6784	-1.3628	-	-0.0002
	0.091	0.007		S275	275000		1.62500	1.62500	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.00650
OK	105	6	0	150x100x6.3		10	1.10000	1.10000	1.000	0.850	0.85115	1.97889	1.97889	0.64119	0.65691	1.79899	-	0.00229
	0.080	0.009		S275	275000		1.10000	1.10000	1.000	0.850	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.00733
OK	106	6	0	150x100x6.3		12	1.32500	1.32500	1.000	1.000	3.30159	0.39840	0.39840	3.23160	1.76442	1.05535	-	-0.0001
	0.095	0.008		S275	275000		1.32500	1.32500	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.00530
OK	107	6	0	150x100x6.3		10	1.32500	1.32500	1.000	1.000	6.25584	1.08702	1.08702	0.84746	0.63959	0.97294	-	-0.0001
	0.063	0.005		S275	275000		1.32500	1.32500	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.00530
OK	108	6	0	150x100x6.3		12	1.62500	1.62500	1.000	1.000	3.22256	0.63073	0.63073	3.42370	1.01013	1.31717	-	0.00012
	0.107	0.011		S275	275000		1.62500	1.62500	1.000	1.000	822.591	0.00000	30.9674	41.2498	300.078	200.052	-	0.00650
OK	109	6	0	150x100x6.3		14	2.95000	2.95000	1.000	0.850	-0.9868	-2.5250	-2.5250	-0.6955	-0.1973	-1.8392	-	0.00635
	0.100	0.009		S275	275000		2.95000	2.95000	1.000	0.850	822.591							

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.8 - Verifica Nodi Carpenteria Metallica

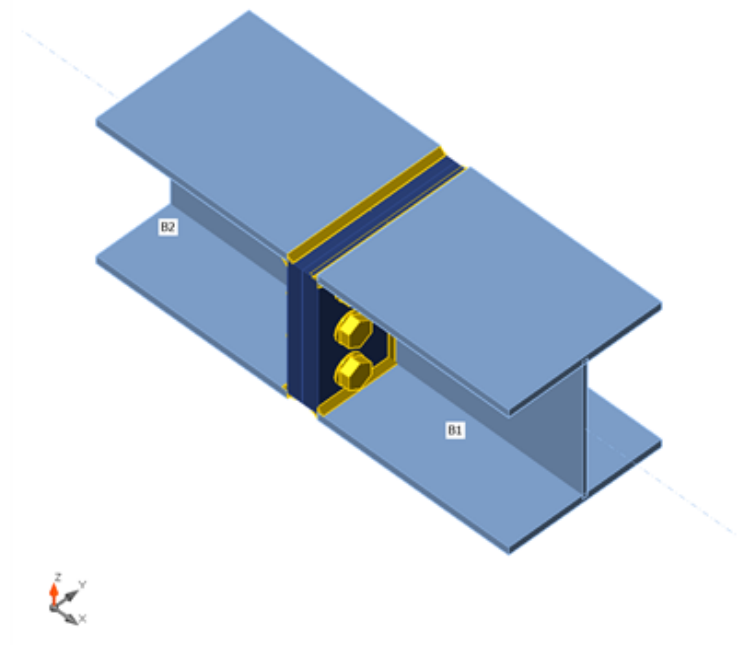
2.8.1 - Nodo di continuità con piastra di Testa HEA200

Si riporta la verifica del nodo in oggetto utilizzando il software IDEA StatiCa.

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
B1	5 - HEA200	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo
B2	5 - HEA200	180.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo



Sezioni

Nome	Materiale
5 - HEA200	S 275

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	0.0	0.0	-40.0	0.0	45.0	0.0
	B2	0.0	0.0	40.0	0.0	45.0	0.0

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	$0.4 < 5.0\%$	OK
Bulloni	$90.2 < 100\%$	OK
Saldature	$98.2 < 100\%$	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

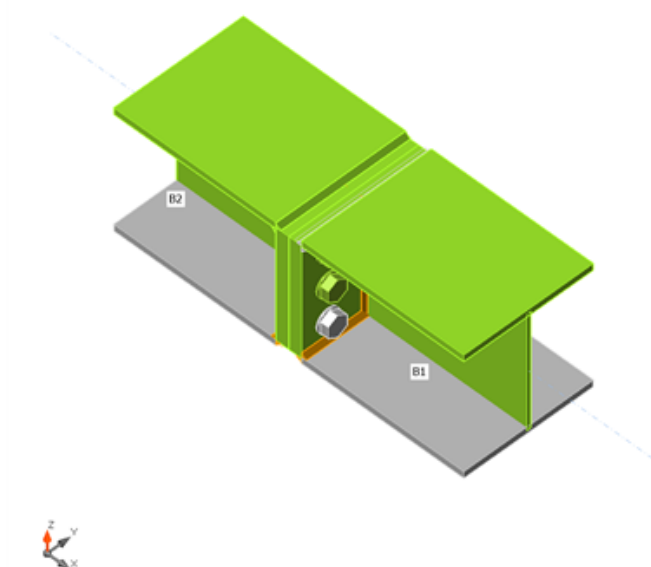
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{C_{Ed}}$ [MPa]	Stato
B1-bfl 1	10.0	LE1	181.6	0.0	0.0	OK
B1-tfl 1	10.0	LE1	275.1	0.0	0.0	OK
B1-w 1	6.5	LE1	245.9	0.0	0.0	OK
B2-bfl 1	10.0	LE1	171.2	0.0	0.0	OK
B2-tfl 1	10.0	LE1	275.2	0.1	0.0	OK
B2-w 1	6.5	LE1	275.1	0.1	0.0	OK
PP1a	20.0	LE1	275.9	0.4	220.7	OK
PP1b	20.0	LE1	275.9	0.4	220.7	OK

Dati Progetto

Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0

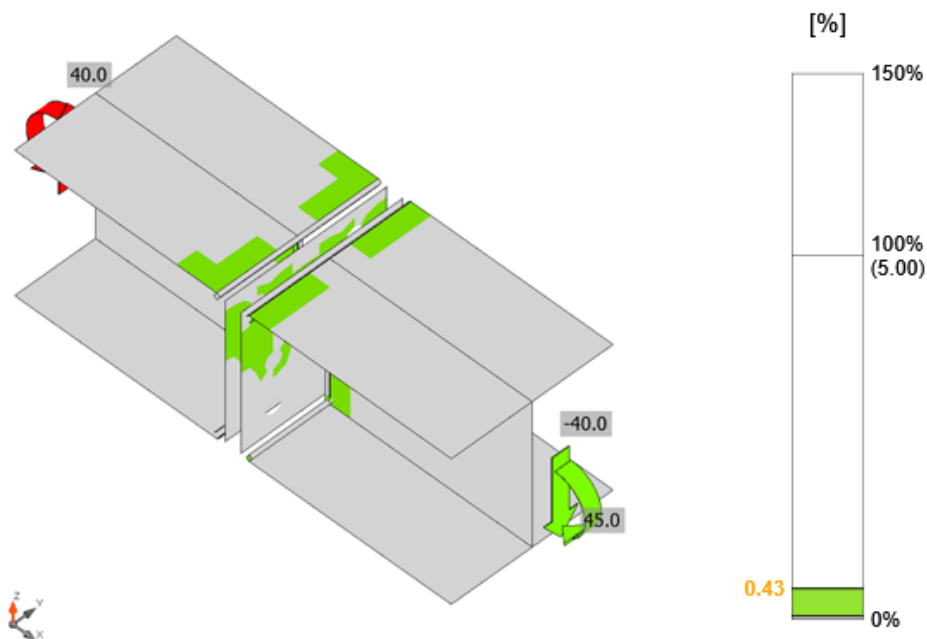
Spiegazione dei simboli

ϵ_{pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{C_{Ed}}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica

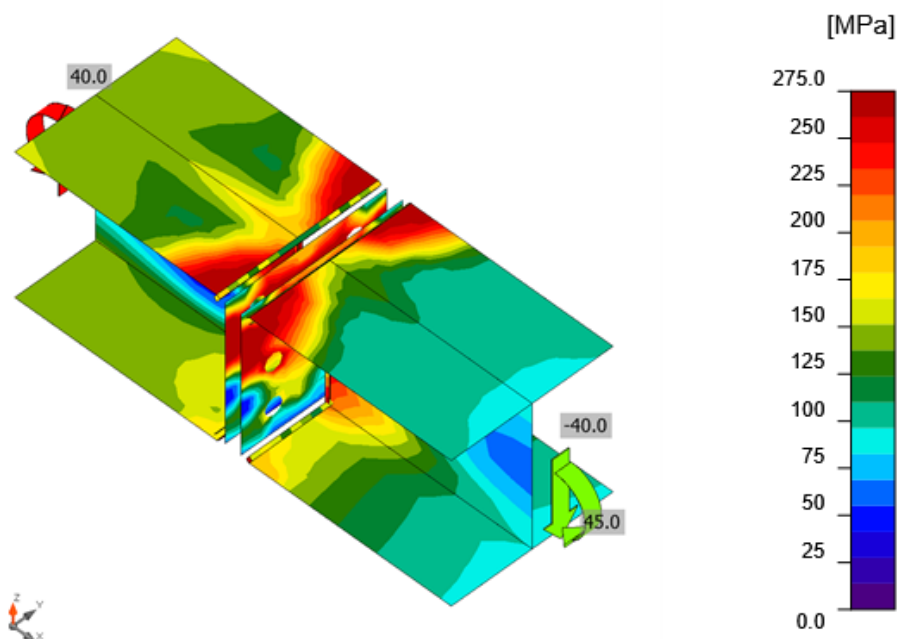


STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Verifica globale, LE1



Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Bulloni

	Nome	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	$U_{t,t}$ [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	$U_{t,s}$ [%]	$U_{t,ts}$ [%]	Stato
	B1	LE1	127.3	4.1	90.2	166.8	4.3	68.8	OK
	B2	LE1	127.3	4.1	90.2	166.8	4.3	68.8	OK
	B3	LE1	12.6	8.0	8.9	166.8	8.5	14.9	OK
	B4	LE1	12.6	8.0	8.9	166.8	8.5	14.8	OK
	B5	LE1	84.7	7.9	60.0	200.7	8.4	51.3	OK
	B6	LE1	84.7	7.9	60.0	200.7	8.4	51.3	OK

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 8.8 - 1	141.1	411.9	94.1

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento
V	Risultante degli sforzi di taglio V_y , V_z nel bullone
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN_1993-1-8 tabella 3.4
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_s	Utilizzo a taglio

Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Stato
PP1a	B1-bfl 1	▲5.0▲	200	LE1	176.3	0.0	82.9	14.4	-88.6	43.6	36.5	OK
		▲5.0▲	200	LE1	396.7	0.1	-300.2	2.7	-149.7	98.0	94.2	OK
PP1a	B1-tfl 1	▲5.0▲	200	LE1	181.3	0.0	81.6	-30.8	-88.2	44.8	35.8	OK
		▲5.0▲	200	LE1	236.2	0.0	180.0	67.4	-57.1	58.4	43.6	OK
PP1a	B1-w 1	▲3.3▲	174	LE1	397.5	0.5	198.3	-14.5	198.3	98.2	80.3	OK
		▲3.3▲	174	LE1	397.5	0.5	198.4	14.5	-198.3	98.2	80.3	OK
PP1b	B2-bfl 1	▲5.0▲	200	LE1	177.9	0.0	71.8	-17.9	-92.3	44.0	35.3	OK
		▲5.0▲	200	LE1	396.7	0.0	-293.4	0.7	-154.1	98.0	92.4	OK
PP1b	B2-tfl 1	▲5.0▲	200	LE1	183.5	0.0	77.1	33.2	-90.2	45.3	36.7	OK
		▲5.0▲	200	LE1	260.9	0.0	204.6	-68.2	-63.9	66.1	48.7	OK
PP1b	B2-w 1	▲3.3▲	174	LE1	397.2	0.4	198.2	10.6	198.4	98.1	75.6	OK
		▲3.3▲	174	LE1	397.2	0.4	198.8	-10.6	-198.2	98.1	75.5	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 275	0.85	404.7	309.6

Spiegazione dei simboli

ϵ_{PI}	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
U_t	Utilizzo
U_{tc}	Utilizzo della capacità della saldatura

Stabilità

Analisi stabilità non calcolata.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Y _{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Y _{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Y _C	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Y _{inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Taglio		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ϕ_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	No		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.8.2 - Nodo a Taglio arcarecci HEA120

$$V_{Ed.TOT} := 20 \text{ kN}$$

$$n_b := 2$$

Numero Bulloni

$$V_{Ed} := \frac{V_{Ed.TOT}}{n_b} = 10 \text{ kN}$$

Taglio agente sul singolo bullone

VERIFICA A RIFOLLAMENTO

$$d := 14 \text{ mm}$$

Diametro ancoranti

$$d_0 := 16 \text{ mm}$$

Diametro fori

$$t := 10 \text{ mm}$$

Spessore Piastra

$$e_1 := 35 \text{ mm}$$

Distanza dal bordo nella direzione dello sforzo

$$e_2 := 35 \text{ mm}$$

Distanza dal bordo nella direzione ortogonale allo sforzo

$$k_1 := \min \left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5$$

$$f_u := 430 \text{ MPa}$$

Tensione a rottura della piastra

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.729$$

$$F_{b.Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_d \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 87.792 \text{ kN}$$

Resistenza a rifollamento [4.2.61]

$$c.s. := \frac{F_{b.Rd}}{V_{Ed}} = 8.779$$

VERIFICA A TAGLIO BULLONE

$$A_{res} := 84.3 \text{ mm}^2$$

Area resistente

$$f_{tb} := 800 \text{ MPa}$$

$$F_{v.Rd} := \frac{0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{1.25} = 32.371 \text{ kN}$$

Resistenza a taglio bullone
CL 8.8 [4.2.57]

$$c.s. := \frac{F_{v.Rd}}{V_{Ed}} = 3.237$$

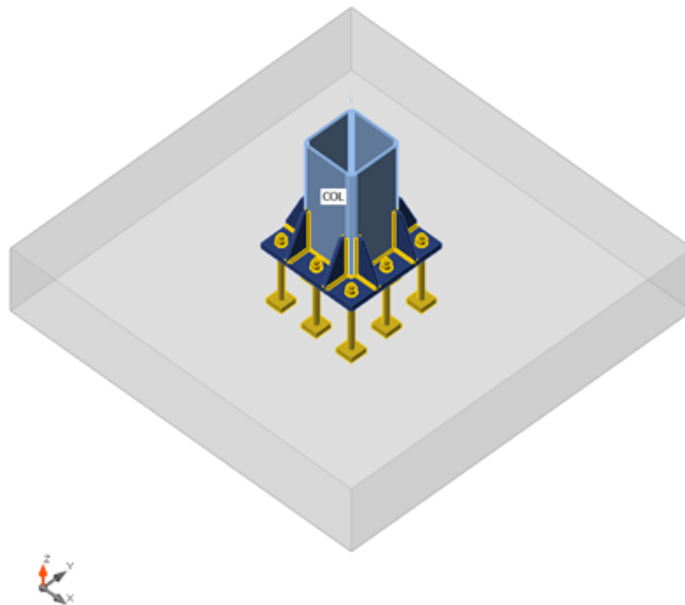
STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.8.3 - Nodo di Base tubolare 200x200mm

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
COL	2 - SHS200/200/8.0	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



Sezioni

Nome	Materiale
2 - SHS200/200/8.0	S 355

Ancoraggi

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL	10.0	0.0	-22.0	0.0	70.0	6.0

Blocco di fondazione

Elemento	Valore	Unità
CB 1		
Dimensioni	1360 x 1360	mm
Altezza	250	mm
Ancoraggio	M20 8.8	
Lunghezza di ancoraggio	200	mm
Trasferimento dello sforzo di taglio	Attrito	

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.0 < 5.0%	OK
Ancoraggi	81.5 < 100%	OK
Saldature	98.1 < 100%	OK
Blocco di calcestruzzo	31.8 < 100%	OK
Taglio	29.4 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

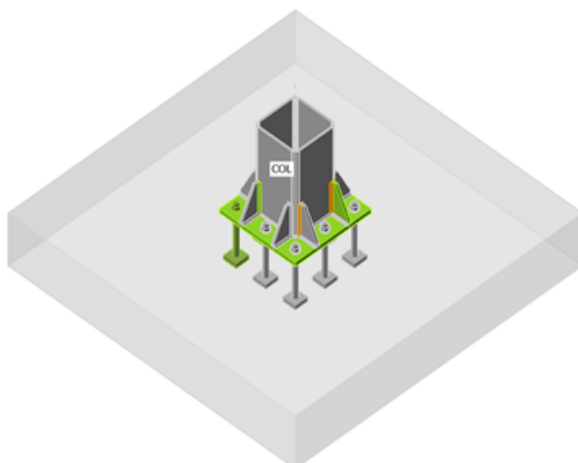
Nome	Materiale	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	$\sigma_{C_{Ed}}$ [MPa]	Stato
COL	S 355	8.0	LE1	323.9	0.0	0.0	OK
BP1	S 275	20.0	LE1	266.2	0.0	0.0	OK
RIB1a	S 275	10.0	LE1	209.5	0.0	0.0	OK
RIB1b	S 275	10.0	LE1	198.0	0.0	0.0	OK
RIB2a	S 275	10.0	LE1	150.9	0.0	0.0	OK
RIB2b	S 275	10.0	LE1	124.9	0.0	0.0	OK
RIB3a	S 275	10.0	LE1	184.1	0.0	0.0	OK
RIB3b	S 275	10.0	LE1	168.7	0.0	0.0	OK
RIB4a	S 275	10.0	LE1	103.2	0.0	0.0	OK
RIB4b	S 275	10.0	LE1	170.7	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0
S 275	275.0	5.0

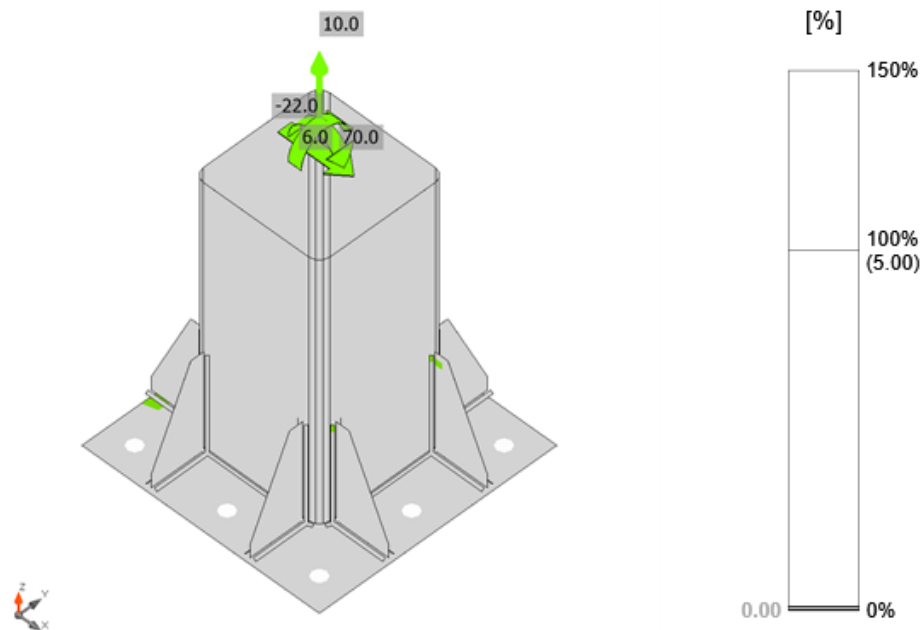
Spiegazione dei simboli

ϵ_{Pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
$\sigma_{C_{Ed}}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica

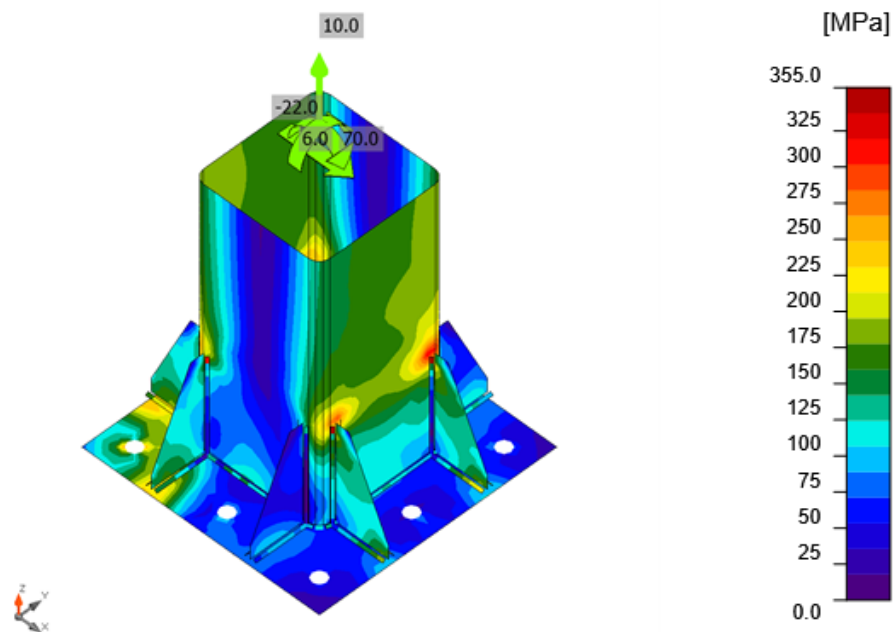


STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Verifica globale, LE1



Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Ancoraggi

Forma	Elemento	Carichi	N_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Rd,cb}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	U_{t1} [%]	U_{t5} [%]	U_{t15} [%]	Stato
	A1	LE1	68.0	0.0	479.2	-	515.1	61.2	0.0	37.5	OK
	A2	LE1	77.5	0.0	479.2	-	515.1	69.8	0.0	48.7	OK
	A3	LE1	0.0	0.0	479.2	-	515.1	0.0	0.0	0.0	OK
	A4	LE1	0.0	0.0	479.2	-	515.1	0.0	0.0	0.0	OK
	A5	LE1	28.3	0.0	479.2	-	515.1	25.4	0.0	6.5	OK
	A6	LE1	39.5	0.0	479.2	-	515.1	35.6	0.0	12.7	OK
	A7	LE1	90.5	0.0	479.2	-	515.1	81.5	0.0	66.4	OK
	A8	LE1	0.0	0.0	479.2	-	515.1	0.0	0.0	0.0	OK

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Dati Progetto

Classe	$N_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]
M20 8.8 - 1	111.1	78.4

Spiegazione dei simboli

N_{Ed}	Forza di trazione
V_{Ed}	Risultante degli sforzi di taglio V_y , V_z nel bullone
$N_{Rd,p}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per pull-out - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.5
$N_{Rd,cb}$	Resistenza di progetto in caso di collasso del calcestruzzo per spinta a vuoto - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.8
$V_{Rd,op}$	Resistenza di progetto in caso di rottura del calcestruzzo per pryout - EN1992-4 - Cl. 7.2.2.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_s	Utilizzo a taglio
U_{ts}	Utilizzo in trazione e taglio
$N_{Rd,s}$	Resistenza di progetto alla trazione di un elemento di fissaggio in caso di rottura dell'acciaio - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.3
$V_{Rd,s}$	Resistenza di progetto a taglio in caso di rottura dell'acciaio - EN1992-4 - Cl.7.2.2.3.1

Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Stato
BP1	COL	▲4.0▲	739	LE1	213.2	0.0	-3.9	29.5	119.5	52.7	27.0	OK
		▲4.0▲	739	LE1	206.8	0.0	177.8	-27.5	-54.4	57.4	25.2	OK
BP1	RIB1a	▲5.0▲	80	LE1	224.8	0.0	-103.3	55.3	-101.1	55.6	37.3	OK
		▲5.0▲	80	LE1	198.9	0.0	-86.0	-54.3	88.2	49.1	36.8	OK
COL-w 1	RIB1a	▲4.0▲	150	LE1	396.8	0.1	-105.7	-200.9	-91.6	98.1	20.1	OK
		▲4.0▲	150	LE1	397.0	0.2	-97.0	194.4	107.8	98.1	37.7	OK
BP1	RIB1b	▲5.0▲	80	LE1	184.1	0.0	-78.6	50.5	-81.8	45.5	32.1	OK
		▲5.0▲	80	LE1	213.8	0.0	-98.4	-53.8	95.5	52.8	34.5	OK
COL-w 1	RIB1b	▲4.0▲	150	LE1	396.8	0.1	-100.2	-193.4	-108.4	98.0	34.9	OK
		▲4.0▲	150	LE1	396.7	0.0	-104.4	200.2	93.4	98.0	17.2	OK
BP1	RIB2a	▲5.0▲	80	LE1	135.2	0.0	56.2	19.7	68.2	33.4	22.2	OK
		▲5.0▲	80	LE1	197.6	0.0	81.8	80.6	-65.5	48.8	39.7	OK
COL-w 2	RIB2a	▲4.0▲	150	LE1	263.5	0.0	71.4	134.7	57.5	65.1	18.0	OK
		▲4.0▲	150	LE1	268.3	0.0	54.7	-135.2	-68.7	66.3	23.3	OK
BP1	RIB2b	▲5.0▲	80	LE1	131.0	0.0	-55.6	50.5	-46.2	32.4	28.8	OK
		▲5.0▲	80	LE1	68.3	0.0	-25.7	9.8	35.2	16.9	13.4	OK
COL-w 2	RIB2b	▲4.0▲	150	LE1	214.3	0.0	-32.2	-113.6	-45.4	53.0	12.2	OK
		▲4.0▲	150	LE1	224.1	0.0	-52.3	119.6	39.1	55.4	18.2	OK
BP1	RIB3a	▲5.0▲	80	LE1	174.2	0.0	77.6	-9.5	89.6	43.1	26.9	OK
		▲5.0▲	80	LE1	226.4	0.0	71.3	104.1	-67.5	55.9	45.9	OK
COL-w 3	RIB3a	▲4.0▲	150	LE1	396.7	0.0	104.5	200.1	93.6	98.0	23.3	OK
		▲4.0▲	150	LE1	396.7	0.0	92.6	-197.5	-103.0	98.0	30.4	OK
BP1	RIB3b	▲5.0▲	80	LE1	197.3	0.0	81.2	-69.1	77.5	48.8	40.5	OK
		▲5.0▲	80	LE1	156.5	0.0	70.6	6.4	-80.4	38.7	24.2	OK
COL-w 3	RIB3b	▲4.0▲	150	LE1	385.2	0.0	91.9	191.3	100.2	95.2	27.7	OK
		▲4.0▲	150	LE1	378.7	0.0	99.8	-190.1	-91.4	93.6	21.0	OK
BP1	RIB4a	▲5.0▲	80	LE1	55.0	0.0	-11.6	-27.7	-14.1	13.6	9.5	OK
		▲5.0▲	80	LE1	106.3	0.0	-44.2	-43.3	35.2	26.3	22.6	OK
COL-w 4	RIB4a	▲4.0▲	150	LE1	141.3	0.0	-31.1	-77.2	-19.4	34.9	14.5	OK
		▲4.0▲	150	LE1	126.9	0.0	-11.3	69.2	23.0	31.4	7.0	OK
BP1	RIB4b	▲5.0▲	80	LE1	226.3	0.0	93.7	-90.7	76.9	55.9	44.9	OK
		▲5.0▲	80	LE1	159.0	0.0	68.6	-19.9	-80.4	39.3	25.8	OK
COL-w 4	RIB4b	▲4.0▲	150	LE1	328.0	0.0	69.5	165.1	83.6	81.0	28.0	OK
		▲4.0▲	150	LE1	319.0	0.0	85.1	-162.7	-70.9	78.8	20.4	OK

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 275	0.85	404.7	309.6

Spiegazione dei simboli

ϵ_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilizzo
Utc	Utilizzo della capacità della saldatura

Blocco di calcestruzzo

Elemento	Carichi	c [mm]	A_{eff} [mm ²]	σ [MPa]	k_j [-]	F_{jd} [MPa]	Ut [%]	Stato
CB 1	LE1	36	33520	8.9	2.51	28.0	31.8	OK

Spiegazione dei simboli

c	Larghezza del supporto
A_{eff}	Area effettiva
σ	Tensione media nel calcestruzzo
k_j	Fattore di Concentrazione
F_{jd}	La portata ultima del basamento in calcestruzzo
Ut	Utilizzo

Taglio nel piano di contatto

Nome	Carichi	V_y [kN]	V_z [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	$V_{c,Rd}$ [kN]	Ut [%]	Stato
BP1	LE1	0.0	-22.0	74.7	74.7	0.0	29.4	OK

Spiegazione dei simboli

V_y	Sforzo di taglio nella piastra di base V_y
V_z	Sforzo di taglio nella piastra di base V_z
$V_{Rd,y}$	Resistenza a taglio
$V_{Rd,z}$	Resistenza a taglio
$V_{c,Rd}$	Resistenza di progetto del calcestruzzo
Ut	Utilizzo

Stabilità

Analisi stabilità non calcolata.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
V_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
V_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
V_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
V_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
V_C	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
V_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Taglio		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ϕ_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	No		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

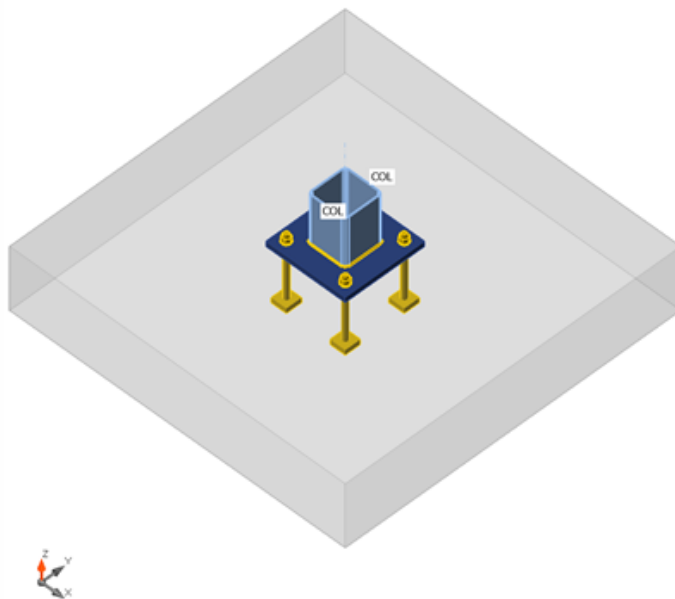
STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI		Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
	PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.8.4 - Nodo di Base Tubolare 150x150mm

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
COL	4 - SHS150/150/6.3	0.0	-90.0	0.0	0	0	0	Nodo



Sezioni

Nome	Materiale
4 - SHS150/150/6.3	S 275

Ancoraggi

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL	5.0	0.0	-10.0	0.0	15.0	5.0

Blocco di fondazione

Elemento	Valore	Unità
CB 1		
Dimensioni	1310 x 1310	mm
Altezza	250	mm
Ancoraggio	M20 8.8	
Lunghezza di ancoraggio	200	mm
Trasferimento dello sforzo di taglio	Attrito	

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	$0.1 < 5.0\%$	OK
Ancoraggi	$42.5 < 100\%$	OK
Saldature	$98.3 < 100\%$	OK
Blocco di calcestruzzo	$33.0 < 100\%$	OK
Taglio	$50.1 < 100\%$	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

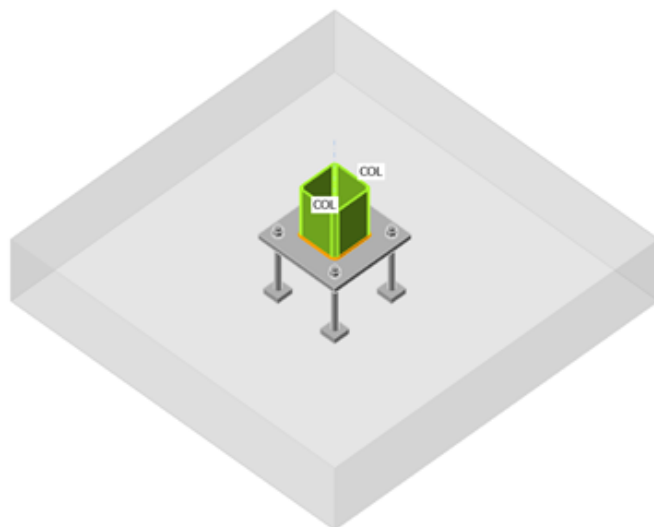
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	σ_{CEd} [MPa]	Stato
COL	6.3	LE1	275.2	0.1	0.0	OK
BP1	20.0	LE1	241.1	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 275	275.0	5.0

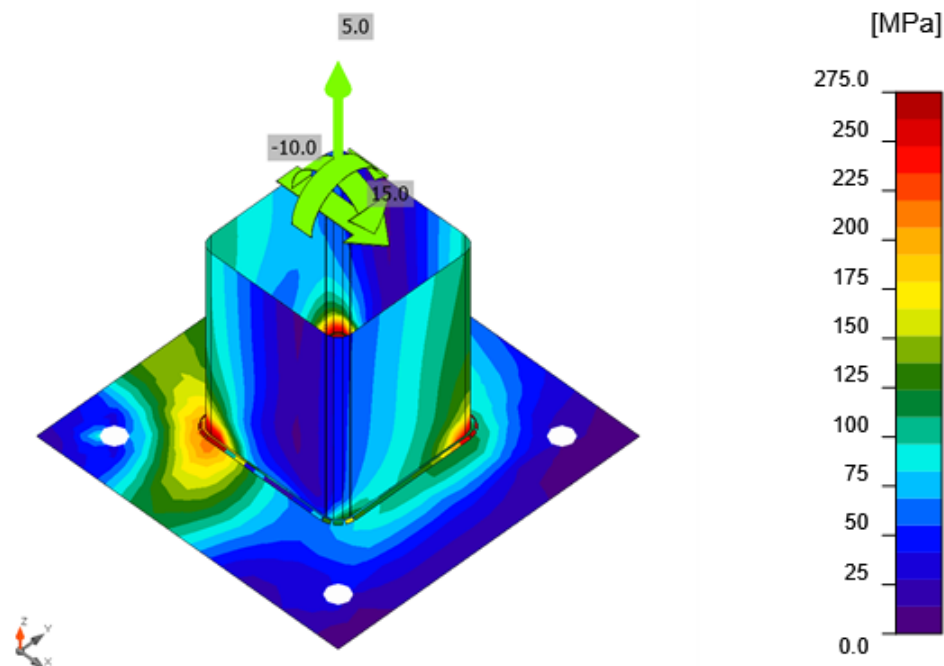
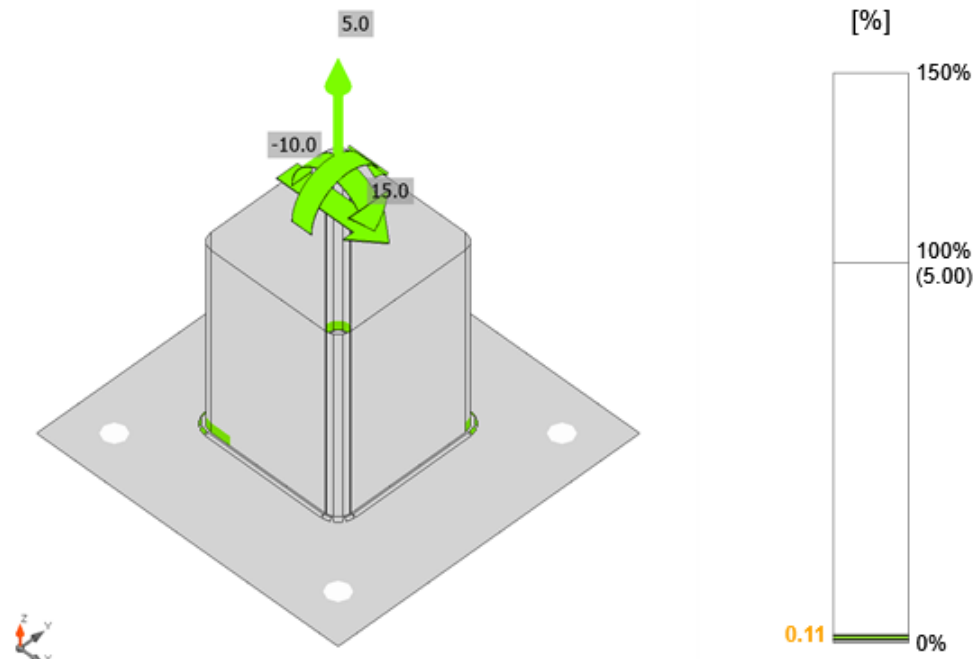
Spiegazione dei simboli

ϵ_{Pl}	Deformazione
σ_{Ed}	Sforzo Eq.
σ_{CEd}	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ϵ_{lim}	Limite di deformazione plastica



Verifica globale, LE1

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA



Ancoraggi

Forma	Elemento	Carichi	N_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Rd,cb}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	U_{t1} [%]	U_{t5} [%]	U_{tts} [%]	Stato
	A5	LE1	31.7	0.0	479.2	-	458.3	28.6	0.0	8.2	OK
	A6	LE1	47.2	0.0	479.2	-	458.3	42.5	0.0	18.1	OK
	A7	LE1	0.0	0.0	479.2	-	458.3	0.0	0.0	0.0	OK
	A8	LE1	2.8	0.0	479.2	-	458.3	2.5	0.0	0.1	OK

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Dati Progetto

Classe	$N_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]
M20 8.8 - 1	111.1	78.4

Spiegazione dei simboli

N_{Ed}	Forza di trazione
V_{Ed}	Risultante degli sforzi di taglio V_y , V_z nel bullone
$N_{Rd,p}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per pull-out - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.5
$N_{Rd,cb}$	Resistenza di progetto in caso di collasso del calcestruzzo per spinta a vuoto - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.8
$V_{Rd,cp}$	Resistenza di progetto in caso di rottura del calcestruzzo per pryout - EN1992-4 - Cl. 7.2.2.4
U_t	Utilizzo in trazione
U_s	Utilizzo a taglio
U_{ts}	Utilizzo in trazione e taglio
$N_{Rd,s}$	Resistenza di progetto alla trazione di un elemento di fissaggio in caso di rottura dell'acciaio - EN1992-4 - Cl. 7.2.1.3
$V_{Rd,s}$	Resistenza di progetto a taglio in caso di rottura dell'acciaio - EN1992-4 - Cl.7.2.2.3.1

Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Stato
BP1	COL	▲3.2▲	552	LE1	397.3	0.4	65.7	-105.5	200.1	98.2	34.8	OK
		▲3.2▲	552	LE1	397.9	0.8	275.9	8.0	-165.3	98.3	37.0	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 275	0.85	404.7	309.6

Spiegazione dei simboli

ϵ_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
U_t	Utilizzo
U_{tc}	Utilizzo della capacità della saldatura

Blocco di calcestruzzo

Elemento	Carichi	c [mm]	A_{eff} [mm ²]	σ [MPa]	k_j [-]	F_{jd} [MPa]	U_t [%]	Stato
CB 1	LE1	33	7224	11.0	3.00	33.5	33.0	OK

Spiegazione dei simboli

c	Larghezza del supporto
A_{eff}	Area effettiva
σ	Tensione media nel calcestruzzo
k_j	Fattore di Concentrazione
F_{jd}	La portata ultima del basamento in calcestruzzo
U_t	Utilizzo

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Taglio nel piano di contatto

Nome	Carichi	V_y [kN]	V_z [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	$V_{c,Rd}$ [kN]	U_t [%]	Stato
BP1	LE1	0.0	-10.0	19.9	19.9	0.0	50.1	OK

Spiegazione dei simboli

V_y	Sforzo di taglio nella piastra di base V_y
V_z	Sforzo di taglio nella piastra di base V_z
$V_{Rd,y}$	Resistenza a taglio
$V_{Rd,z}$	Resistenza a taglio
$V_{c,Rd}$	Resistenza di progetto del calcestruzzo
U_t	Utilizzo

Stabilità

Analisi stabilità non calcolata.

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
V_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
V_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
V_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
V_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
V_C	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
V_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Taglio		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ϕ_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	No		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.8.5 - Verifica Nodo a Taglio HEA200

$V_{Ed.TOT} := 25 \text{ kN}$	$n_b := 2$	Numero Bulloni
$V_{Ed} := \frac{V_{Ed.TOT}}{n_b} = 12.5 \text{ kN}$	Taglio agente sul singolo bullone	
VERIFICA A RIFOLLAMENTO		
$d := 16 \text{ mm}$	Diametro ancoranti	
$d_0 := 18 \text{ mm}$	Diametro fori	
$t := 8 \text{ mm}$	Spessore Piastra	
$e_1 := 40 \text{ mm}$	Distanza dal bordo nella direzione dello sforzo	
$e_2 := 40 \text{ mm}$	Distanza dal bordo nella direzione ortogonale allo sforzo	
$k_1 := \min \left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5$		
$f_u := 430 \text{ MPa}$	Tensione a rottura della piastra	
$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.741$		
$F_{b.Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_d \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 81.541 \text{ kN}$	Resistenza a <u>rifollamento</u> [4.2.67]	
$c.s. := \frac{F_{b.Rd}}{V_{Ed}} = 6.523$		
VERIFICA A TAGLIO BULLONE		
$A_{res} := 157 \text{ mm}^2$	Area resistente	
$f_{tb} := 800 \text{ MPa}$		
$F_{v.Rd} := \frac{0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{1.25} = 60.288 \text{ kN}$	Resistenza a taglio bullone CL 8.8 [4.2.63]	
$c.s. := \frac{F_{v.Rd}}{V_{Ed}} = 4.823$		

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.9 - Verifica del giunto sismico

Si riporta lo spostamento massimo della scala esterna metallica in direzione Y

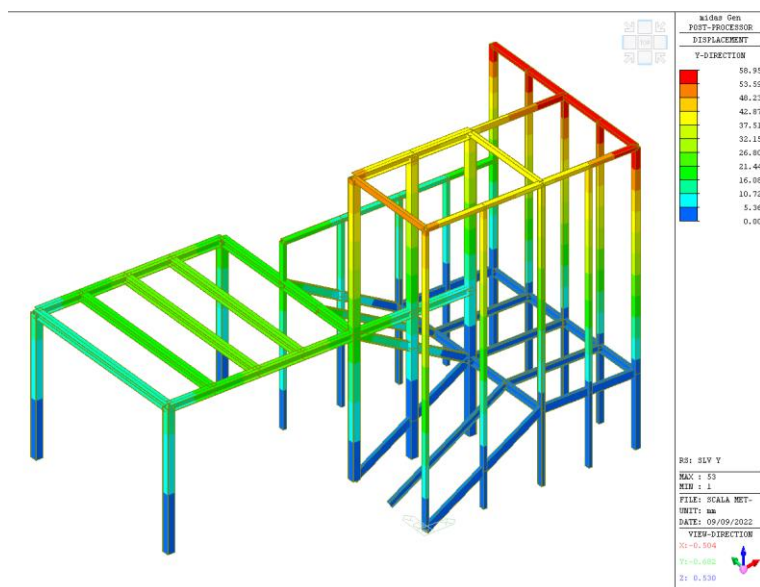


Figura 24. Spostamento in direzione Y - Comb. SLV X [m] – Scala esterna metallica

Si riporta lo spostamento massimo del corpo B in direzione Y

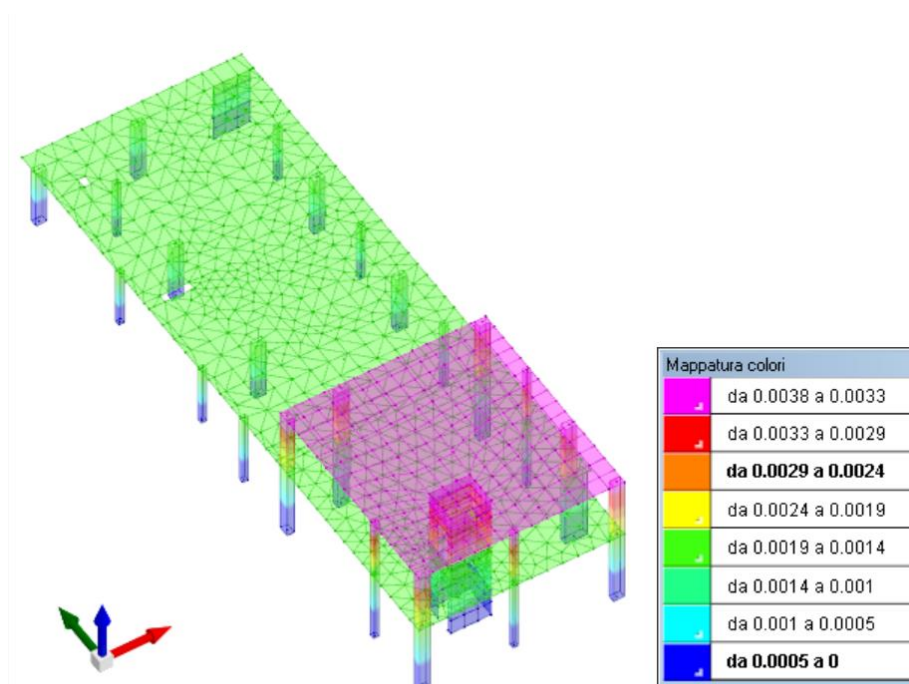


Figura 25. Spostamento in direzione Y - Comb. SLV X [m] – Corpo B

Lo spostamento massimo in direzione Y della scala metallica è pari a circa 3 cm, che moltiplicato per il coefficiente di struttura $q = 1.00$, si ottiene uno spostamento elastico in direzione Y pari a 3.00 cm. Per il corpo B si ottiene uno spostamento massimo pari a 4 mm, che moltiplicato per il coefficiente di struttura pari $q = 2.76$ si ottiene uno spostamento pari a 1.1 cm. La somma degli spostamenti è quindi pari a 4.1 cm, inferiore rispetto al giunto sismico pari a 10 cm. La verifica a martellamento è quindi soddisfatta.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.10 - Verifica della fondazione

Per la verifica della platea di fondazione è stato considerato un modello di calcolo comprensivo delle opere di fondazioni.

E' stato considerato un coefficiente su suolo elastico alla Winkler di 1 kg/cm^3 .

2.10.1 - Verifica a flessione platea di fondazione

Si riportano l'involuppo delle sollecitazioni nella platea di fondazione.

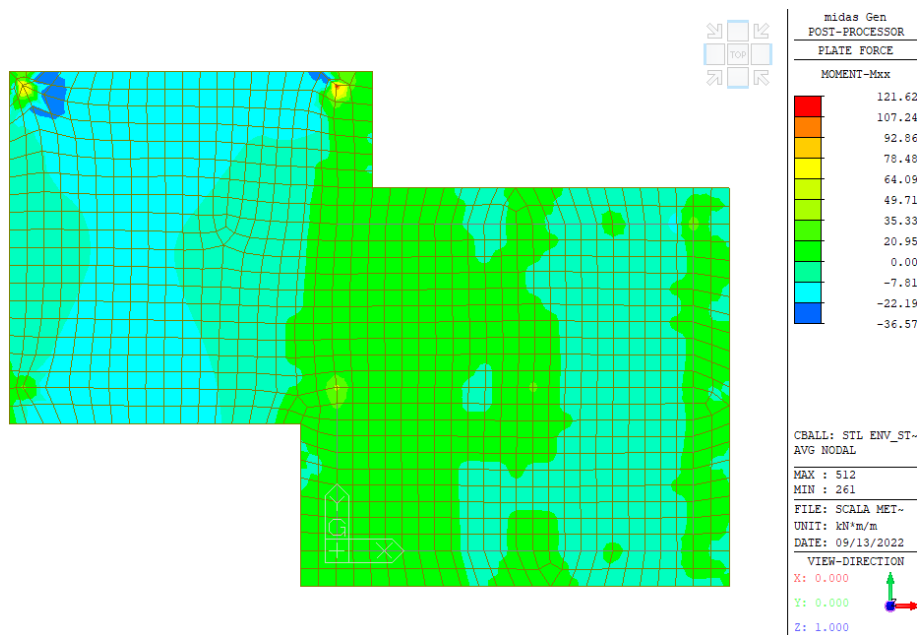


Figura 26. Involuppo Momenti Mxx-Platea in c.a. [kN*m/m]

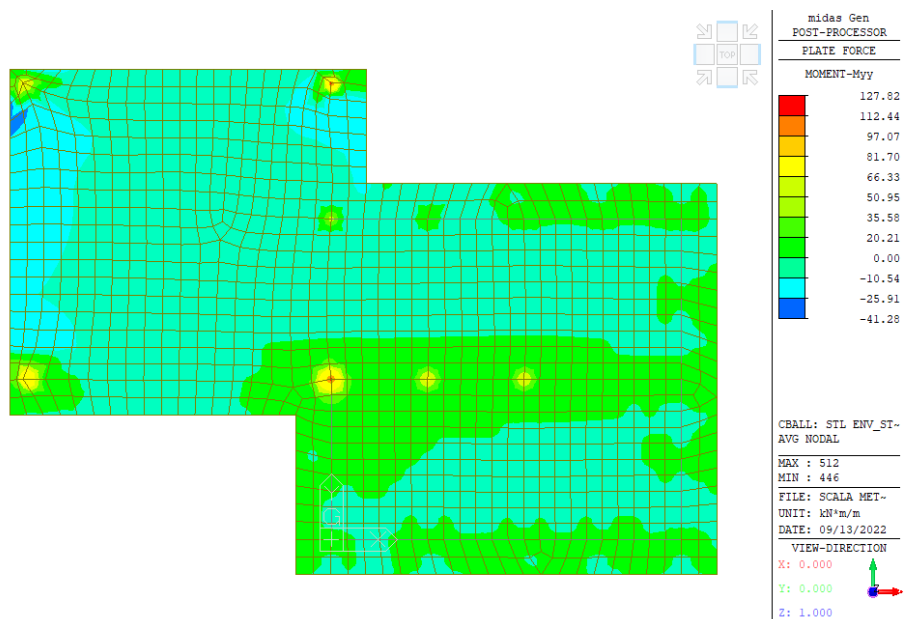


Figura 27. Involuppo Momenti Myy-Platea in c.a. [kN*m/m]

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Il momento resistente della platea è riportato in seguito.

L'armatura diffusa è composta da $1 + 1\phi 12/20 \times 20$

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	5.65	20

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

P.to rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 47.3 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 16.73 ‰
 d 20 cm
 x 3.46 x/d 0.173
 δ 0.7

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

In corrispondenza dei punti più sollecitati è presente un'armatura aggiuntiva inferiore composta da $1\phi 14/20$

Titolo : _____

N° figure elementari N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5
2	13.65	20

Sollecitazioni
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN yN

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75 N/mm²
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

P.to rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 96.65 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 11.09 ‰
 d 20 cm
 x 4.799 x/d 0.2399
 δ 0.7399

Tipo Sezione
☒ Rettan.re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

Il momento resistente è sempre superiore al momento sollecitante. La verifica a flessione della platea è quindi soddisfatta.

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

2.10.2 - Verifica pressioni sul terreno

Il calcolo della capacità portante viene condotto mediante il metodo di Meyerhof, considerando le caratteristiche dello strato di terreno su cui si attesta la fondazione composto da Argilla Limosa con coesione non drenata di 0.6 kPa

CAPACITA' PORTANTE GENERICA DI UNA FONDAZIONE SUPERFICIALE CON CARICO VERTICALE (MEYERHOF)

$$B := 5.6 \cdot m \quad (\text{Lato minore fondazione - larghezza trave rovescia})$$

$$L_1 := 7.5 \cdot m \quad (\text{Lato maggiore fondazione - lunghezza trave rovescia})$$

$$\phi := 0.001 \cdot \text{deg}$$

$$c := 60 \text{ kPa} \quad (\text{Coesione media per un tratto } 1.5\text{-}2B \text{ sottostante la fondazione})$$

$$D := 0.5 \cdot m \quad (\text{Profondità piano di posa fondazione da piano campagna})$$

$$\gamma_1 := 19 \cdot \frac{kN}{m^3} \quad (\text{Peso specifico efficace terreno da piano campagna fino ad intradosso fondazione})$$

$$\gamma_2 := 19 \cdot \frac{kN}{m^3} \quad (\text{Peso specifico efficace terreno sotto la fondazione})$$

$$N_q := e^{\pi \cdot \tan(\phi)} \cdot \tan\left(45 \cdot \text{deg} + \frac{\phi}{2}\right)^2 = 1.000$$

$$N_c := \frac{(N_q - 1)}{\tan(\phi)} = 5.142$$

$$N_\gamma := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi) = 0.000$$

$$K_p := \tan\left(45 \cdot \text{deg} + \frac{\phi}{2}\right)^2 \quad K_p = 1.000$$

$$s_c := 1 + 0.2 \cdot K_p \cdot \frac{B}{L_1} = 1.149$$

$$s_q := 1 + 0.1 \cdot K_p \cdot \frac{B}{L_1} = 1.075$$

$$s_\gamma := s_q \quad s_\gamma = 1.075$$

$$d_c := 1 + 0.2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D}{B} = 1.018$$

$$d_q := 1 + 0.1 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D}{B} = 1.009$$

$$d_\gamma := d_q \quad \alpha := 9 \cdot \text{deg}$$

Angolo di inclinazione del carico rispetto alla verticale

$$q_{ult} := c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \left(1 - \frac{\alpha}{90 \cdot \text{deg}}\right)^2 \cdot \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2 \cdot 0.5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma$$

$$q_{ult} = 3.870 \frac{kgf}{cm^2} \quad (\text{Pressione Limite})$$

$$R3 := 2.3$$

$$q_d := \frac{q_{ult}}{R3} = 1.683 \frac{kgf}{cm^2} \quad (\text{Pressione SLU})$$

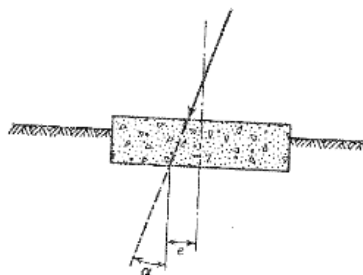


Fig. 14.18 Footing with eccentric and inclined load.

Pertanto:

$$q_d = 1.68 \text{ daN/cm}^2$$

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

Si riportano in seguito le pressioni massime sul terreno.

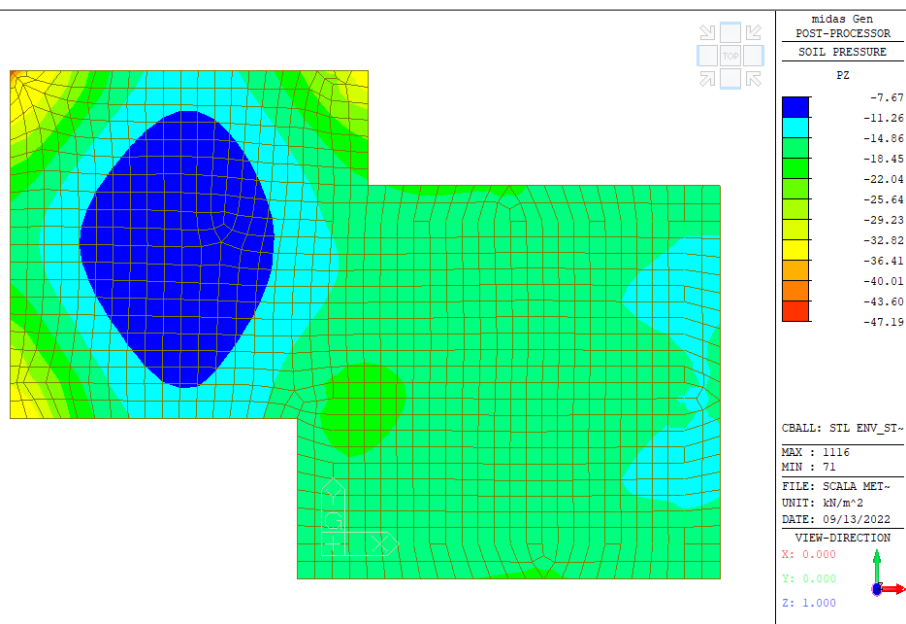


Figura 28. Pressioni massime sul terreno – Combinazioni SLU – SLV

Si ricava, come da diagrammi riassuntivi sopra riportati, una pressione massima relativa alle combinazioni SLU ed SLV pari a:

$$p_{\max,Ed} = 0.47 \text{ daN/cm}^2 < q_d = 1.68 \text{ daN/cm}^2 - \text{Verifica di Portanza della Fondazione Soddisfatta.}$$

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

3 - RELAZIONE SUI MATERIALI

3.1 - Caratteristiche calcestruzzo e acciaio

CARATTERISTICHE MECCANICHE CALCESTRUZZO - NTC 2018

Impiego:	FONDAZIONI
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 ($f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$)	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})	
- frattile 5% = $0.7 \cdot f_{ctm}$	1.80 N/mm ²
- frattile 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)	
$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck}$	11.25 N/mm ²
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4
Diametro massimo aggregato	30 mm
Rapporto acqua/cemento	0.50
Contenuto minimo cemento	300 kg/m ³
Copriferro	40 mm

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

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

STUDIO TASSINARI E ASSOCIATI	Elaborato:	Relazione illustrativa e di calcolo
PROVINCIA DI RAVENNA	Progetto:	EDIFICIO SCOLASTICO – SCALA ESTERNA

3.2 - Caratteristiche acciaio da Carpenteria

Acciaio per profili HEA HEB UPN

CARATTERISTICHE ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Tipo di acciaio	S275
Tensione caratteristica a rottura (f_{tk})	430 N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	275 N/mm ²
Modulo elastico (E)	210000 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza (γ_s)	1.05
Resistenza a trazione di calcolo ($f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$)	261.90 N/mm ²

Acciaio per profili tubolari

CARATTERISTICHE ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Tipo di acciaio	S355
Tensione caratteristica a rottura (f_{tk})	510 N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento (f_{yk})	355 N/mm ²
Modulo elastico (E)	210000 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza (γ_s)	1.05
Resistenza a trazione di calcolo ($f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$)	338.10 N/mm ²