

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE

3° SETTORE LL. PP. E AMBIENTE

NUOVO POLO SCOLASTICO

PROGETTO ESECUTIVO ai sensi del DPR 207/2010



SCUOLA DELL'INFANZIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Geom. LUCIA CAMPANA

RTP

COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

1AX
ARCHITETTI ASSOCIATI

PROGETTISTI

via dei Marsi 10 - 00185 Roma
tel / fax 06 97613086
www.1ax.it - info@1ax.it
Arch. Antonello Piccirillo
Arch. Luca Piccirillo

STRUTTURE E STUDI SISMICI

VIA
INGEGNERIA

PROGETTISTA
CONSULENTI

via Flaminia Vecchia 999 - 00189 Roma
tel 06 3327441 fax 0633219798
www.via.it - via@via.it

Ing. Francesco Nicchiarelli
Ing. Marco Ottavio Tarquini
Ing. Guido Pietropaoli

IMPIANTI

1AX
ARCHITETTI ASSOCIATI

CONSULENTE

Proimpianti s.r.l.
Ing. Carlo Granata

ELABORATO

Illustrazione Sintetica degli elementi essenziali del Progetto Strutturale
Scuola dell'Infanzia - Atrio/Portico

SCALA

TAVOLA

SR.03

DATA Dicembre 2017

ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

1.	‘ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE’	2
1.2.	Descrizione del sistema strutturale	4
1.3.	Riferimenti normativi	5
1.3.1.	Carichi sismici	5
1.4.	Descrizione dei Materiali	8
1.5.	Criteri di Progettazione e di modellazione	9
1.5.1.	Definizione delle combinazioni / Leggenda tabella combinazioni di caricoTipo di Analisi svolta e Modello adottato per le verifiche.....	11
1.5.2.	Tipo di Analisi svolta e Modello adottato per le verifiche.....	13
1.6.	Affidabilità del codice di calcolo	17
1.7.	Risultati dell'analisi	18
1.7.1.	Quadro riepilogativo sforzo normale,taglio,momento e deformata	18
1.7.2.	Risultati opere in fondazione.....	22

- 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- 3 prelievi di campioni indisturbati;
- 3 Prove Penetrometriche Dinamiche SPT;
- 3 Prove Penetrometriche Statiche CPT;
- 1 prova sismica a rifrazione;
- 2 prova MASW;
- 2 prova HVSr.

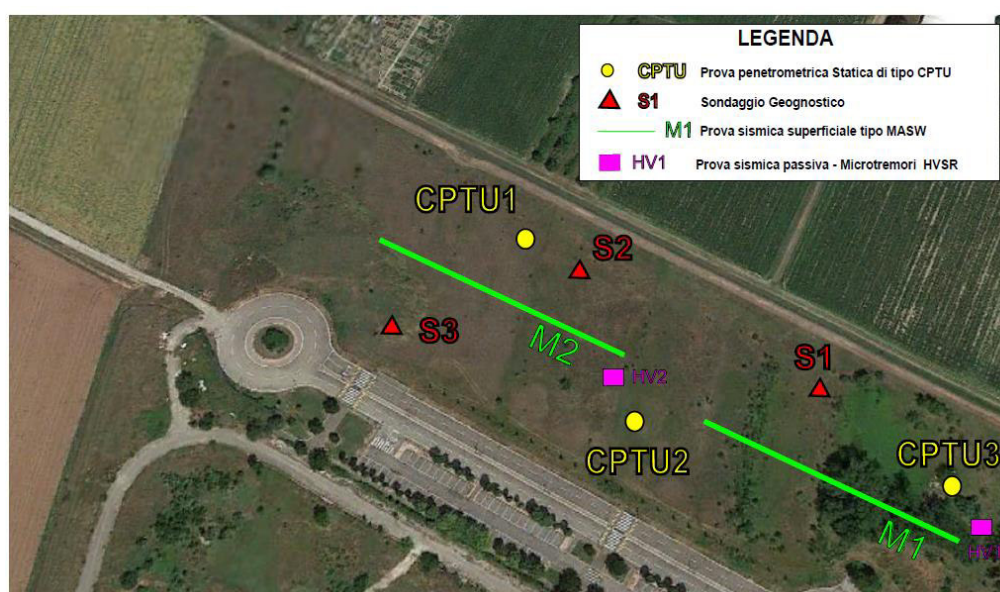


Fig. 2 Ubicazioni Indagini Geognostiche

Dall'elaborazione della $V_{s,30}$ è risultato un sottosuolo ascrivibile alla categoria di **tipo C** e un coefficiente topografico **T1**.

1.2. Descrizione del sistema strutturale

La struttura in oggetto “denominata Scuola dell’Infanzia PORTICO” è costituita da un corpo di fabbrica, di dimensione massime di impronta di 7,20 x 29,50 m.

La struttura si eleva per un solo piano fuori terra, avente altezza massima strutturale pari a 3,35 m.

La struttura è a telaio costituita da pilastri a V di dimensioni 20x40cm e travi di copertura di dimensioni 20x40 e 20x20 cm.

La fondazione è costituita da travi rovesce di dimensioni 50X40 e 40x40 cm a quota -0,15 m.

Come specificato in precedenza, l’edificio ha destinazione d’uso scolastica.

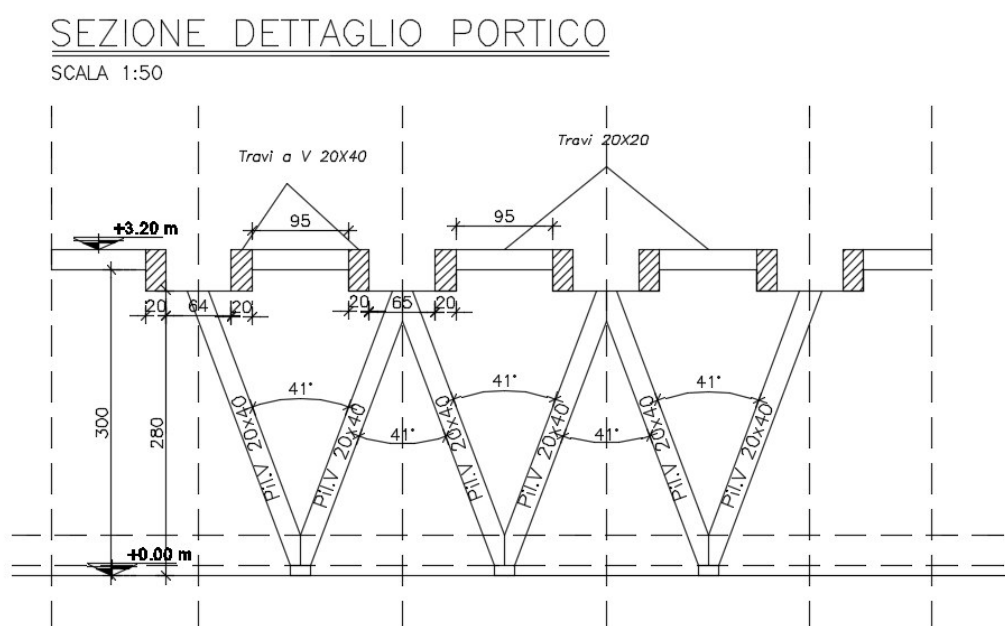


Fig. 3 Sezione dettaglio portico

1.3. Riferimenti normativi

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";
2. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
3. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
4. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1;
5. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1;
6. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5.
7. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1;
8. UNI EN 1995-1-2:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2;
9. CNR-DT 206/2007 – Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture in Legno;

1.3.1. Carichi sismici

Vengono di seguito specificati i parametri di progetto utilizzati per la costruzione in oggetto:

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: CASTEL MAGGIORE
Provincia: BOLOGNA
Regione: EMILIA-ROMAGNA

Coordinate GPS:
Latitudine : 44,57500 N
Longitudine: 11,36300 E

Altitudine s.l.m.: 29,0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 14 gennaio 2008 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

NEVE:

Zona Neve = I Mediterranea

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

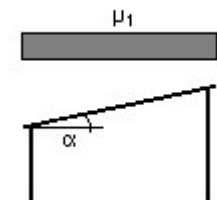
Valore caratteristico del carico al suolo ($q_{sk} C_e$) = 150 daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 10,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



VENTO:

Zona vento = 2

($V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$; $A_o = 750 \text{ m}$; $K_a = 0,015 \text{ 1/s}$)

Classe di rugosità del terreno: C

[Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D]

Categoria esposizione: tipo III

($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,10 \text{ m}$; $Z_{min} = 5 \text{ m}$)

Velocità di riferimento = 25,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (q_b) = 39 daN/mq

Coefficiente di forma (C_p) = 1,00

Coefficiente dinamico (C_d) = 1,00

Coefficiente di esposizione (C_e) = 1,82

Coefficiente di esposizione topografica (C_t) = 1,00

Altezza dell'edificio = 6,00 m

Pressione del vento ($p = q_b C_e C_p C_d$) = 71 daN/mq

SISMA:

Localizzazione della struttura	
Località	Castel Maggiore
Comune	Castel Maggiore
Provincia	Bologna
Regione	Emilia Romagna
Longitudine	11.363 E
Latitudine	44.575 N

Tabella 1 – Localizzazione della struttura

Come specificato da Relazione Geologica categoria topografica del sito è T1, mentre il sottosuolo è di categoria C.

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
III	50.0	1.5	75.0

Tabella 2 – Parametri della struttura

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	45.0	0.059	2.500	0.270
SLD	63.0	75.0	0.074	2.480	0.280
SLV	10.0	712.0	0.194	2.470	0.290
SLC	5.0	1462.0	0.251	2.440	0.290

Tabella 3 - Parametri allo SLV previsti per la zona di interesse

L'analisi dei carichi agenti sulla struttura è la seguente:

ANALISI DEI CARICHI COPERTURA PIANA			
Materiale strato	Densità (Kn/m3)	Spessore (m)	Peso (KN/m2)
Tavolato singolo	5	0,03	0,15
Totale		0,03	0,15
Carico permanente portato			
Materiale strato	Densità (Kn/m3)	Spessore (m)	Peso (KN/m2)
Isolante in fibra di vetro	0,75	0,1	0,075
Massetto delle pendenze	16	0,1	1,6
Impermeabilizzazione	0	0	0,035
Ghiaia asciutta	15	0,05	0,75
Totale		0,25	2,46
Carico accidentale (Q) neve			
Totale			1,2

1.4. Descrizione dei Materiali

I materiali utilizzati per la costruzione sono (come da relazione sui materiali SR_04):

Calcestruzzo

Fondazioni

Classe di resistenza: C28/35

Classe di esposizione: XC2

Dimensione massima nominale dell'aggregato: 25 mm

Rapporto a/c massimo: 0.6

Classe di consistenza (abbassamento del cono): S4

Copriferro minimo: 30 mm

Acciaio

Acciaio per connessioni opere in legno

Per le connessioni tra gli elementi in acciaio sono stati utilizzati acciai sia S235, S275 e S355 all'occorrenza, come specificato in ogni collegamento e tabulato di calcolo inerente.

I bulloni utilizzati sono tutti di classe 8.8:

tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 800$ MPa

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 640$ Mpa.

Per le connessioni tra gli elementi lignei sono stati utilizzati profili e connettori (viti-bulloni) da catalogo tipo con acciaio al carbonio galvanizzato, come specificato in ogni collegamento e tabulato di calcolo inerente.

Legno da carpenteria, per travi, travetti, pilastri: Gl 24 h

Resistenza a flessione caratteristica $f_{m,k}$ 24.00 N/mm²

Resistenza a trazione caratteristica parallela alle fibre $f_{t,0,k}$ 16.5 N/mm²
Resistenza a trazione caratteristica ortogonale alle fibre $f_{t,90,k}$ 0.40 N/mm²
Resistenza a compressione caratteristica parallela alle fibre $f_{c,0,k}$ 24.00 N/mm²
Resistenza a compressione caratteristica ortogonale alle fibre $f_{c,90,k}$ 2.70 N/mm²
Resistenza a taglio caratteristica $f_{v,k}$ 2.70 N/mm²
Modulo di elasticità medio parallelo alle fibre $E_{0,mean}$ 11600 N/mm²
Modulo di elasticità caratteristico parallelo alle fibre $E_{0,0.5}$ 9400 N/mm²
Modulo di elasticità medio ortogonale alle fibre $E_{90,mean}$ 3900 N/mm²
Modulo di taglio medio G_{mean} 720 N/mm²
Massa volumica caratteristica ρ_k 380 kg/m³.

1.5. Criteri di Progettazione e di modellazione

La struttura in oggetto “denominata Scuola dell’Infanzia PORTICO” è costituita da un corpo di fabbrica, di dimensione massime di impronta di 7,20 x 29,50 m.

La struttura si eleva per un solo piano fuori terra, avente altezza massima strutturale pari a 3.35 m.

La struttura è a telaio costituita da pilastri a V di dimensioni 20x40cm e travi di copertura di dimensioni 20x40; 20x20 cm.

La fondazione è costituita da travi rovesce di dimensioni 50X40 e 40x40 cm a quota -0.15 m.

L’impalcato sovrastante è un singolo tavolato in abete dello spessore pari a 3 cm.

Il fattore di struttura q utilizzato è pari a 1.00.

Sono stati analizzati, trattandosi di una struttura pubblica, gli stati limite di salvaguardia della vita (SLV) e stato limite di operatività (SLO).

Come specificato in precedenza, l’edificio ha destinazione d’uso scolastica.

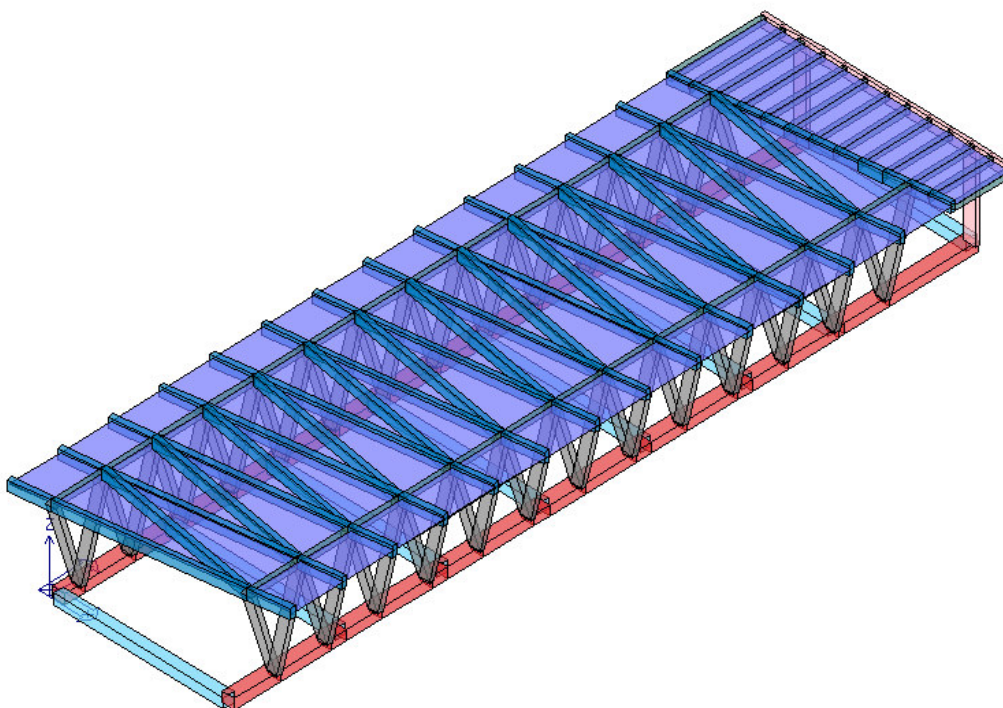


Figura 4 - Vista del modello 3D

1.5.1. Definizione delle combinazioni / Leggenda tabella combinazioni di carico Tipo di Analisi svolta e Modello adottato per le verifiche

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

1.5.2. Tipo di Analisi svolta e Modello adottato per le verifiche

E' stata eseguita un'analisi dinamica modale con spettro di risposta.

Il programma di calcolo determina la massa partecipante e l'eccitazione dei modi in seguito alla creazione di casi di carico dinamici comprensivi già dell'eccentricità accidentale in pianta del 5%.

Si è deciso di effettuare l'analisi sui primi 9 modi di vibrare.

Viene quindi riportato stralcio dei tabulati di calcolo contenenti i modi della struttura per un succitato caso di carico:

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.413
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.676 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.502 sec.
			fattore di struttura q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	0.0	-1.49	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.990	0.502	0.616	8.133e+04	94.4	7.26	8.43e-03	0.16	1.89e-04	0.0	0.0
2	2.576	0.388	0.676	518.66	0.6	3086.33	3.6	7.11	8.25e-03	0.0	0.0
3	2.820	0.355	0.676	2682.66	3.1	4.87	5.65e-03	0.58	6.71e-04	0.0	0.0
4	3.324	0.301	0.676	215.22	0.2	26.73	3.10e-02	0.99	1.15e-03	0.0	0.0
5	6.133	0.163	0.676	0.52	6.02e-04	4.860e+04	56.4	104.49	0.1	0.0	0.0
6	7.077	0.141	0.645	26.38	3.06e-02	1220.62	1.4	8061.27	9.4	0.0	0.0
7	9.915	0.101	0.539	248.47	0.3	2.435e+04	28.3	2679.26	3.1	0.0	0.0
8	10.018	0.100	0.536	726.47	0.8	7391.61	8.6	9397.83	10.9	0.0	0.0
9	10.415	0.096	0.526	146.35	0.2	10.82	1.26e-02	6.430e+04	74.6	0.0	0.0
Risulta				8.589e+04		8.470e+04		8.455e+04			
In percentuale				99.70		98.32		98.14			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.413
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.676 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.500 sec.
			fattore di struttura q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	0.0	1.49	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.999	0.500	0.619	8.162e+04	94.7	10.62	1.23e-02	0.23	2.71e-04	0.0	0.0
2	2.068	0.484	0.640	1328.57	1.5	4.50	5.22e-03	0.61	7.02e-04	0.0	0.0
3	2.575	0.388	0.676	609.58	0.7	3080.54	3.6	6.47	7.51e-03	0.0	0.0
4	3.358	0.298	0.676	1187.86	1.4	3.71	4.31e-03	0.46	5.30e-04	0.0	0.0
5	6.135	0.163	0.676	0.62	7.20e-04	4.874e+04	56.6	103.24	0.1	0.0	0.0
6	7.029	0.142	0.648	17.64	2.05e-02	1127.86	1.3	7639.02	8.9	0.0	0.0
7	9.939	0.101	0.538	47.14	5.47e-02	3.067e+04	35.6	153.28	0.2	0.0	0.0
8	10.129	0.099	0.533	914.85	1.1	1014.57	1.2	1.435e+04	16.7	0.0	0.0
9	10.367	0.096	0.527	186.31	0.2	67.68	7.86e-02	6.219e+04	72.2	0.0	0.0
Risulta				8.591e+04		8.472e+04		8.444e+04			
In percentuale				99.73		98.34		98.02			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.413
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.676 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.165 sec.
			fattore di struttura q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	0.49	0.0	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.010	0.498	0.622	8.054e+04	93.5	8.73	1.01e-02	0.25	2.95e-04	0.0	0.0
2	2.360	0.424	0.676	3654.76	4.2	17.26	2.00e-02	0.88	1.02e-03	0.0	0.0
3	2.567	0.389	0.676	471.46	0.5	2983.92	3.5	6.55	7.60e-03	0.0	0.0
4	3.485	0.287	0.676	90.95	0.1	420.28	0.5	1.34	1.56e-03	0.0	0.0
5	6.053	0.165	0.676	0.23	2.67e-04	4.559e+04	52.9	119.34	0.1	0.0	0.0
6	7.139	0.140	0.642	5.47	6.35e-03	1991.59	2.3	8585.83	10.0	0.0	0.0
7	9.647	0.104	0.546	5.06	5.87e-03	3.260e+04	37.8	1797.02	2.1	0.0	0.0
8	10.036	0.100	0.535	1102.67	1.3	2.09	2.43e-03	1316.57	1.5	0.0	0.0
9	10.398	0.096	0.526	25.64	2.98e-02	571.11	0.7	7.279e+04	84.5	0.0	0.0
Risulta				8.589e+04		8.419e+04		8.462e+04			
In percentuale				99.70		97.72		98.22			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			fattore di sito S = 1.413
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.676 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.166 sec.
			fattore di struttura q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	-0.49	0.0	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.010	0.497	0.622	8.068e+04	93.7	12.40	1.44e-02	0.24	2.77e-04	0.0	0.0
2	2.361	0.424	0.676	3568.68	4.1	11.63	1.35e-02	0.80	9.31e-04	0.0	0.0
3	2.585	0.387	0.676	440.85	0.5	3146.99	3.7	6.34	7.36e-03	0.0	0.0
4	4.201	0.238	0.676	76.26	8.85e-02	669.05	0.8	0.58	6.71e-04	0.0	0.0
5	6.017	0.166	0.676	1.40	1.62e-03	4.090e+04	47.5	224.41	0.3	0.0	0.0
6	6.996	0.143	0.649	59.67	6.93e-02	6432.84	7.5	6618.28	7.7	0.0	0.0
7	9.346	0.107	0.555	51.69	6.00e-02	2.662e+04	30.9	9577.50	11.1	0.0	0.0
8	9.906	0.101	0.539	712.03	0.8	5348.61	6.2	1.504e+04	17.5	0.0	0.0
9	10.592	0.094	0.522	242.89	0.3	359.42	0.4	5.308e+04	61.6	0.0	0.0
Risulta				8.583e+04		8.349e+04		8.455e+04			
In percentuale				99.63		96.91		98.14			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.275 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.502 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	0.0	-1.49	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.990	0.502	0.245	8.133e+04	94.4	7.26	8.43e-03	0.16	1.89e-04	0.0	0.0
2	2.576	0.388	0.275	518.66	0.6	3086.33	3.6	7.11	8.25e-03	0.0	0.0
3	2.820	0.355	0.275	2682.66	3.1	4.87	5.65e-03	0.58	6.71e-04	0.0	0.0
4	3.324	0.301	0.275	215.22	0.2	26.73	3.10e-02	0.99	1.15e-03	0.0	0.0
5	6.133	0.163	0.275	0.52	6.02e-04	4.860e+04	56.4	104.49	0.1	0.0	0.0
6	7.077	0.141	0.266	26.38	3.06e-02	1220.62	1.4	8061.27	9.4	0.0	0.0
7	9.915	0.101	0.222	248.47	0.3	2.435e+04	28.3	2679.26	3.1	0.0	0.0
8	10.018	0.100	0.221	726.47	0.8	7391.61	8.6	9397.83	10.9	0.0	0.0
9	10.415	0.096	0.217	146.35	0.2	10.82	1.26e-02	6.430e+04	74.6	0.0	0.0
Risulta				8.589e+04		8.470e+04		8.455e+04			
In percentuale				99.70		98.32		98.14			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.275 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.500 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	0.0	1.49	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.999	0.500	0.246	8.162e+04	94.7	10.62	1.23e-02	0.23	2.71e-04	0.0	0.0
2	2.068	0.484	0.254	1328.57	1.5	4.50	5.22e-03	0.61	7.02e-04	0.0	0.0
3	2.575	0.388	0.275	609.58	0.7	3080.54	3.6	6.47	7.51e-03	0.0	0.0
4	3.358	0.298	0.275	1187.86	1.4	3.71	4.31e-03	0.46	5.30e-04	0.0	0.0
5	6.135	0.163	0.275	0.62	7.20e-04	4.874e+04	56.6	103.24	0.1	0.0	0.0
6	7.029	0.142	0.268	17.64	2.05e-02	1127.86	1.3	7639.02	8.9	0.0	0.0
7	9.939	0.101	0.222	47.14	5.47e-02	3.067e+04	35.6	153.28	0.2	0.0	0.0
8	10.129	0.099	0.220	914.85	1.1	1014.57	1.2	1.435e+04	16.7	0.0	0.0
9	10.367	0.096	0.217	186.31	0.2	67.68	7.86e-02	6.219e+04	72.2	0.0	0.0
Risulta				8.591e+04		8.472e+04		8.444e+04			
In percentuale				99.73		98.34		98.02			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.275 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.165 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	0.49	0.0	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.010	0.498	0.247	8.054e+04	93.5	8.73	1.01e-02	0.25	2.95e-04	0.0	0.0
2	2.360	0.424	0.275	3654.76	4.2	17.26	2.00e-02	0.88	1.02e-03	0.0	0.0
3	2.567	0.389	0.275	471.46	0.5	2983.92	3.5	6.55	7.60e-03	0.0	0.0
4	3.485	0.287	0.275	90.95	0.1	420.28	0.5	1.34	1.56e-03	0.0	0.0
5	6.053	0.165	0.275	0.23	2.67e-04	4.559e+04	52.9	119.34	0.1	0.0	0.0
6	7.139	0.140	0.265	5.47	6.35e-03	1991.59	2.3	8585.83	10.0	0.0	0.0
7	9.647	0.104	0.225	5.06	5.87e-03	3.260e+04	37.8	1797.02	2.1	0.0	0.0
8	10.036	0.100	0.221	1102.67	1.3	2.09	2.43e-03	1316.57	1.5	0.0	0.0
9	10.398	0.096	0.217	25.64	2.98e-02	571.11	0.7	7.279e+04	84.5	0.0	0.0
Risulta				8.589e+04		8.419e+04		8.462e+04			
In percentuale				99.70		97.72		98.22			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.275 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.166 sec.
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	daN	m	m	m	m	m	m			
3.35	8.615e+04	3.66	14.76	-0.49	0.0	3.71	29.28	0.108	0.014	14.887
Risulta	8.615e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	2.010	0.497	0.247	8.068e+04	93.7	12.40	1.44e-02	0.24	2.77e-04	0.0	0.0
2	2.361	0.424	0.275	3568.68	4.1	11.63	1.35e-02	0.80	9.31e-04	0.0	0.0
3	2.585	0.387	0.275	440.85	0.5	3146.99	3.7	6.34	7.36e-03	0.0	0.0
4	4.201	0.238	0.275	76.26	8.85e-02	669.05	0.8	0.58	6.71e-04	0.0	0.0
5	6.017	0.166	0.275	1.40	1.62e-03	4.090e+04	47.5	224.41	0.3	0.0	0.0
6	6.996	0.143	0.268	59.67	6.93e-02	6432.84	7.5	6618.28	7.7	0.0	0.0
7	9.346	0.107	0.229	51.69	6.00e-02	2.662e+04	30.9	9577.50	11.1	0.0	0.0
8	9.906	0.101	0.222	712.03	0.8	5348.61	6.2	1.504e+04	17.5	0.0	0.0
9	10.592	0.094	0.215	242.89	0.3	359.42	0.4	5.308e+04	61.6	0.0	0.0
Risulta				8.583e+04		8.349e+04		8.455e+04			
In percentuale				99.63		96.91		98.14			

1.6. Affidabilità del codice di calcolo

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

1.7. Risultati dell'analisi

1.7.1. Quadro riepilogativo sforzo normale, taglio, momento e deformata

Nelle figure seguenti sono riportate le immagini relative alle caratteristiche delle sollecitazioni (sforzo normale, taglio , momento) .

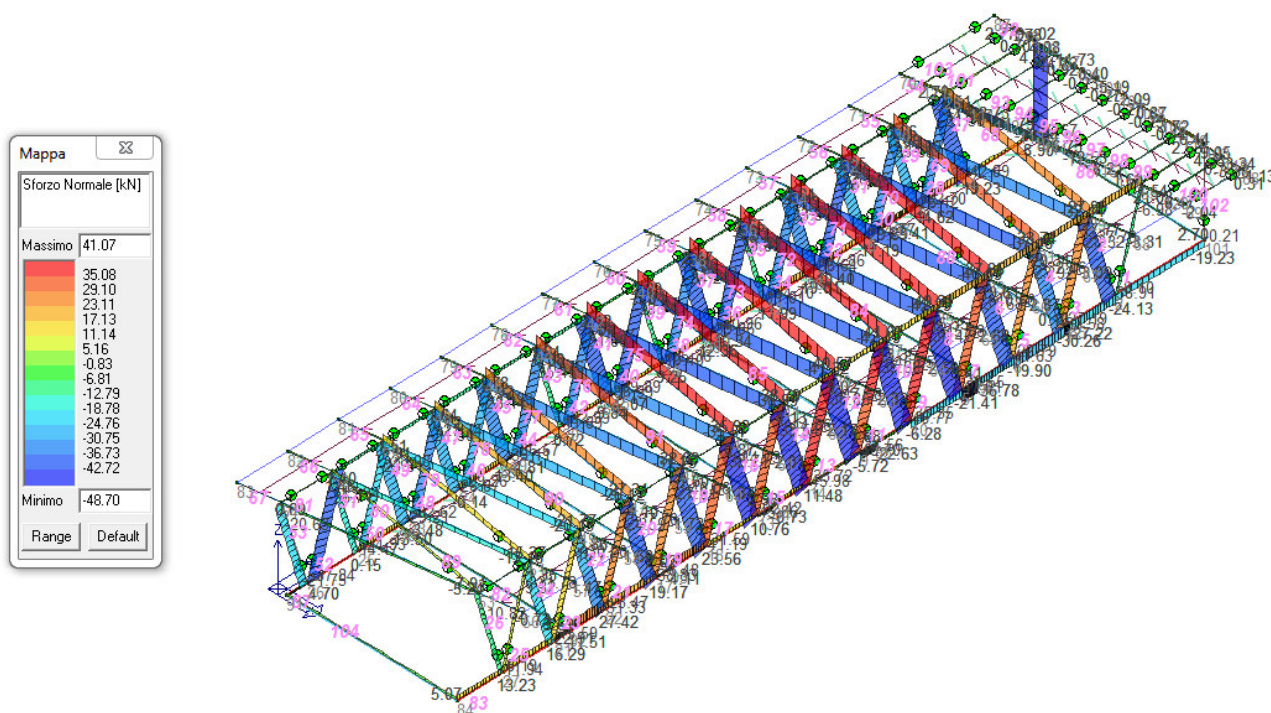


Figura 5 –Sforzo Normale Nriferito ad una combinazione sismica generica

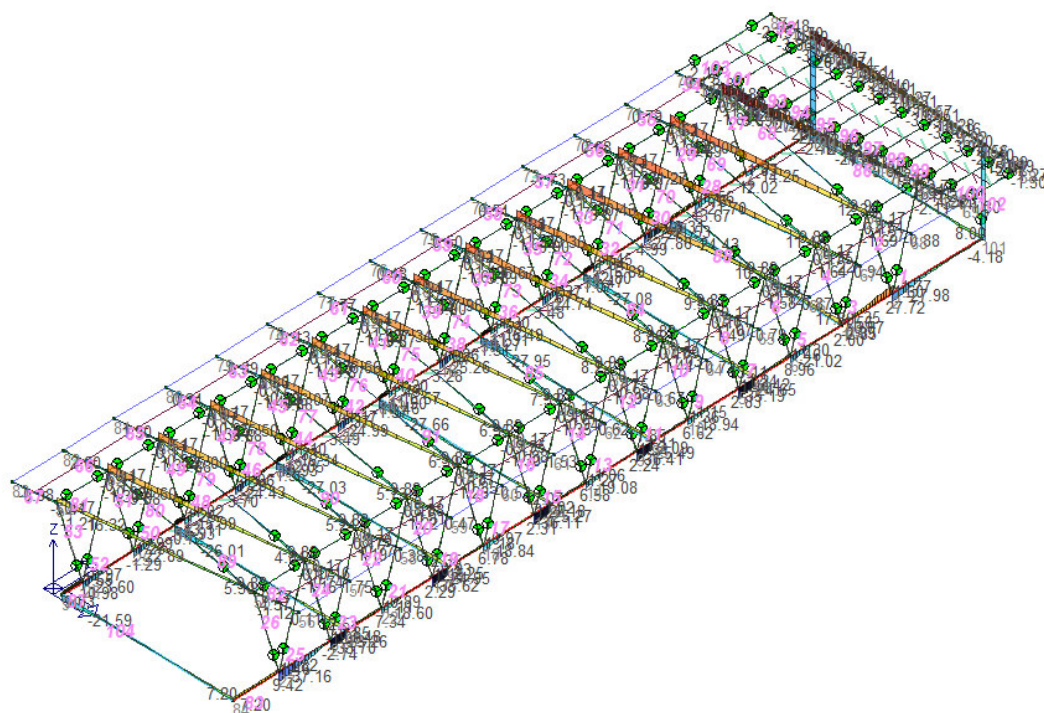
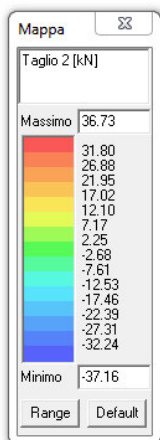


Figura 6 – Taglio2 riferito ad una combinazione sismica generica

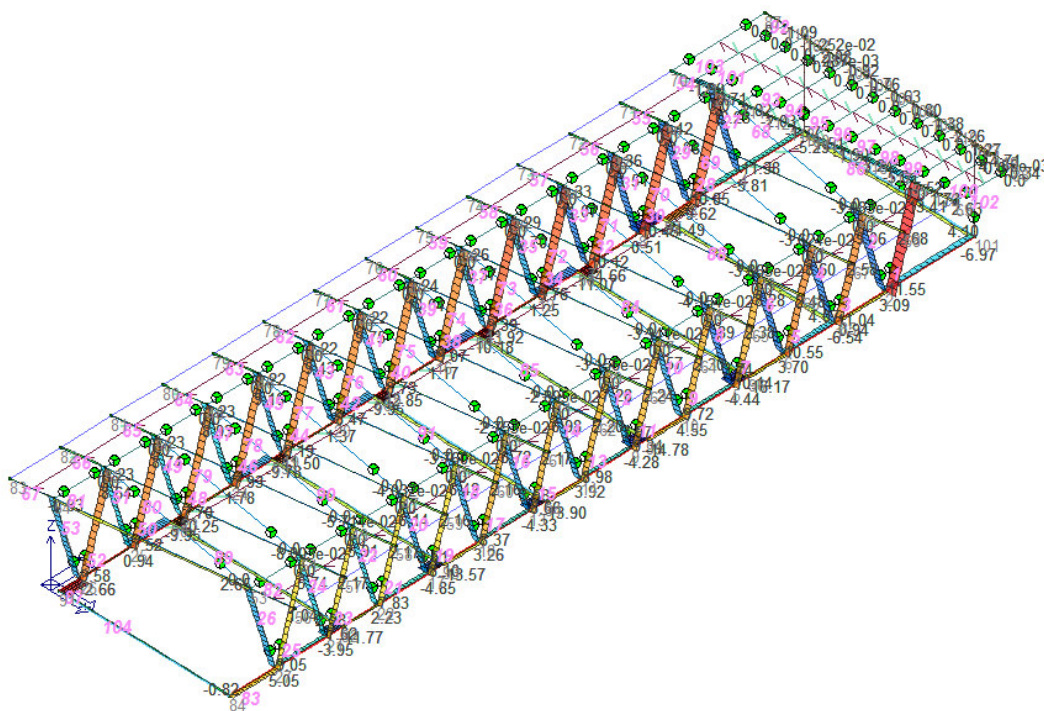
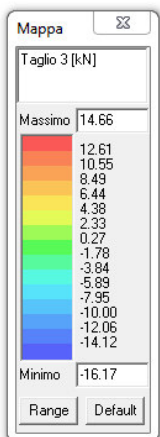


Figura 7 – Taglio3 riferito ad una combinazione sismica generica

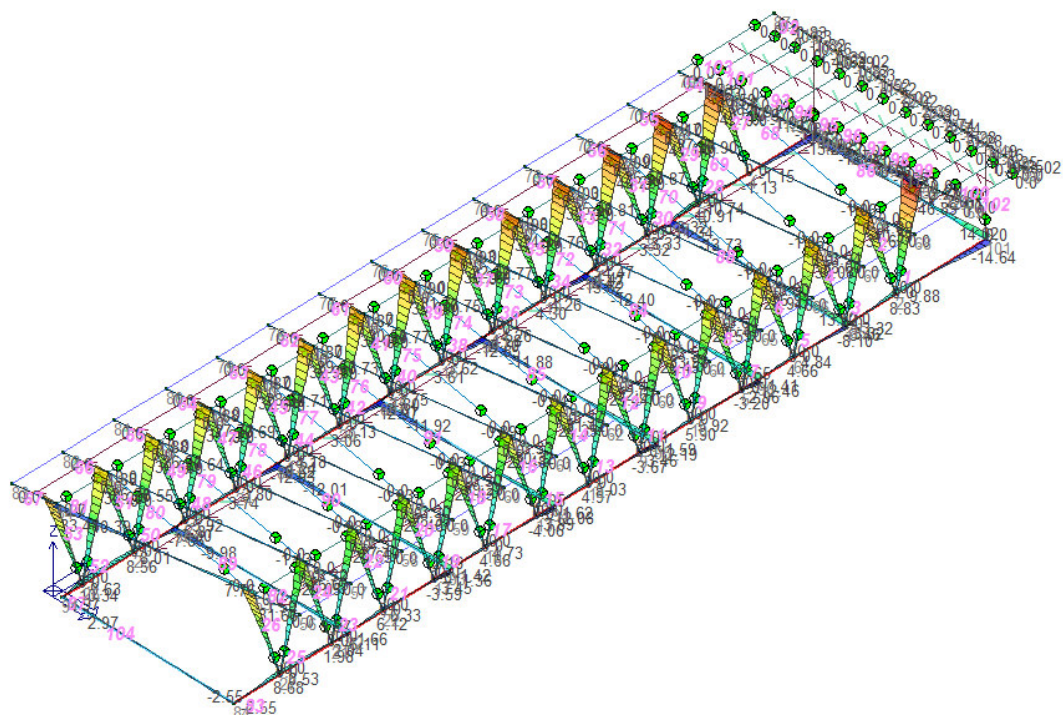
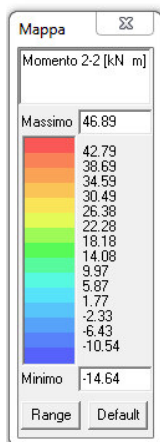


Figura 8 – Momento 2 riferito ad una combinazione sismica generica

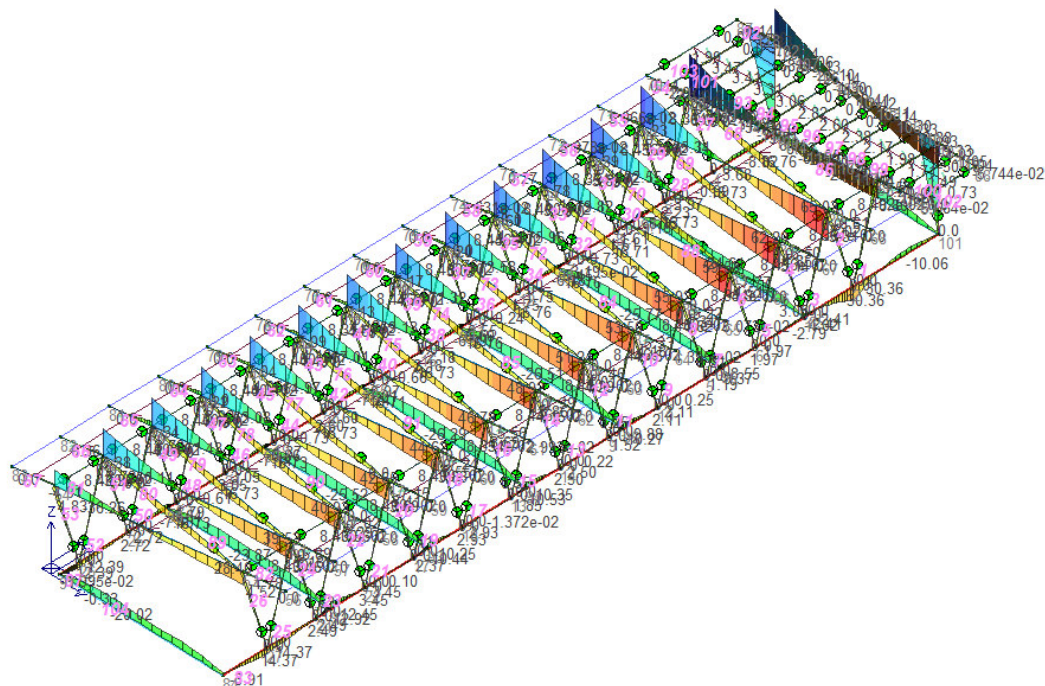
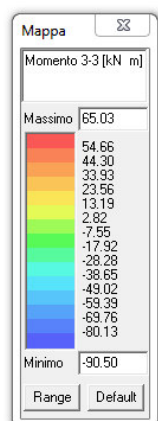


Figura 9 – Momento 3 riferito ad una combinazione sismica generica

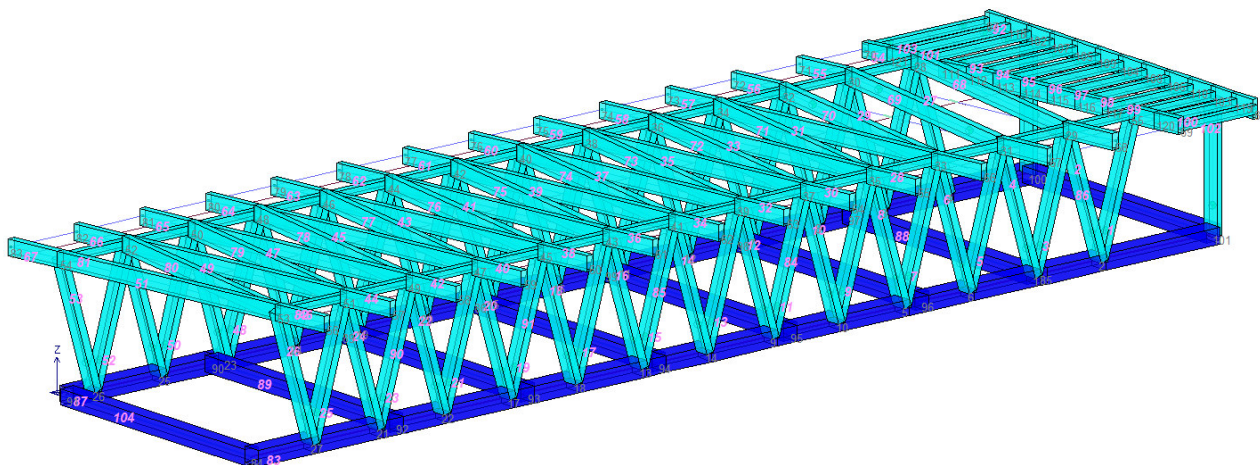


Figura 101 - Risultati verifiche SLU+SLE componenti in legno

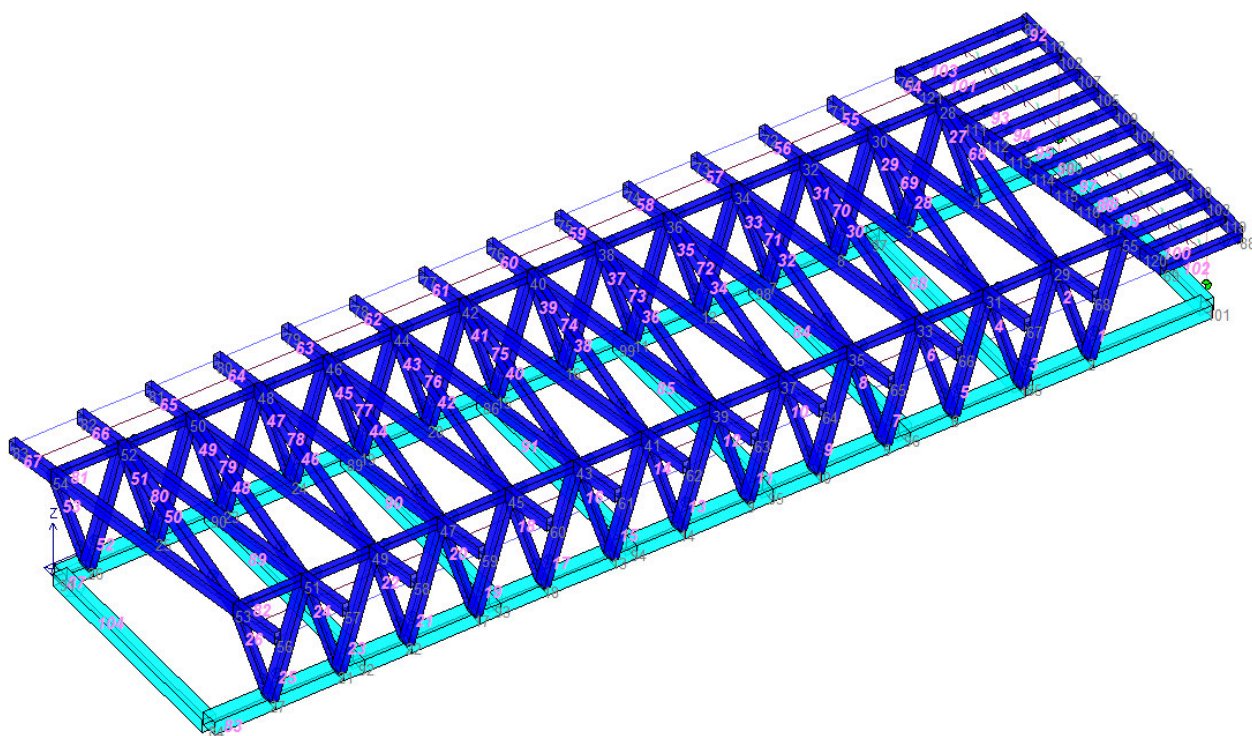


Figura 112 - Risultati verifiche SLU fondazioni (azzurro e/o verde = verificato)

1.7.2. Risultati opere in fondazione

Vengono riportati in maniera sintetica i risultati delle opere di fondazione in materia di portanza e di cedimenti:

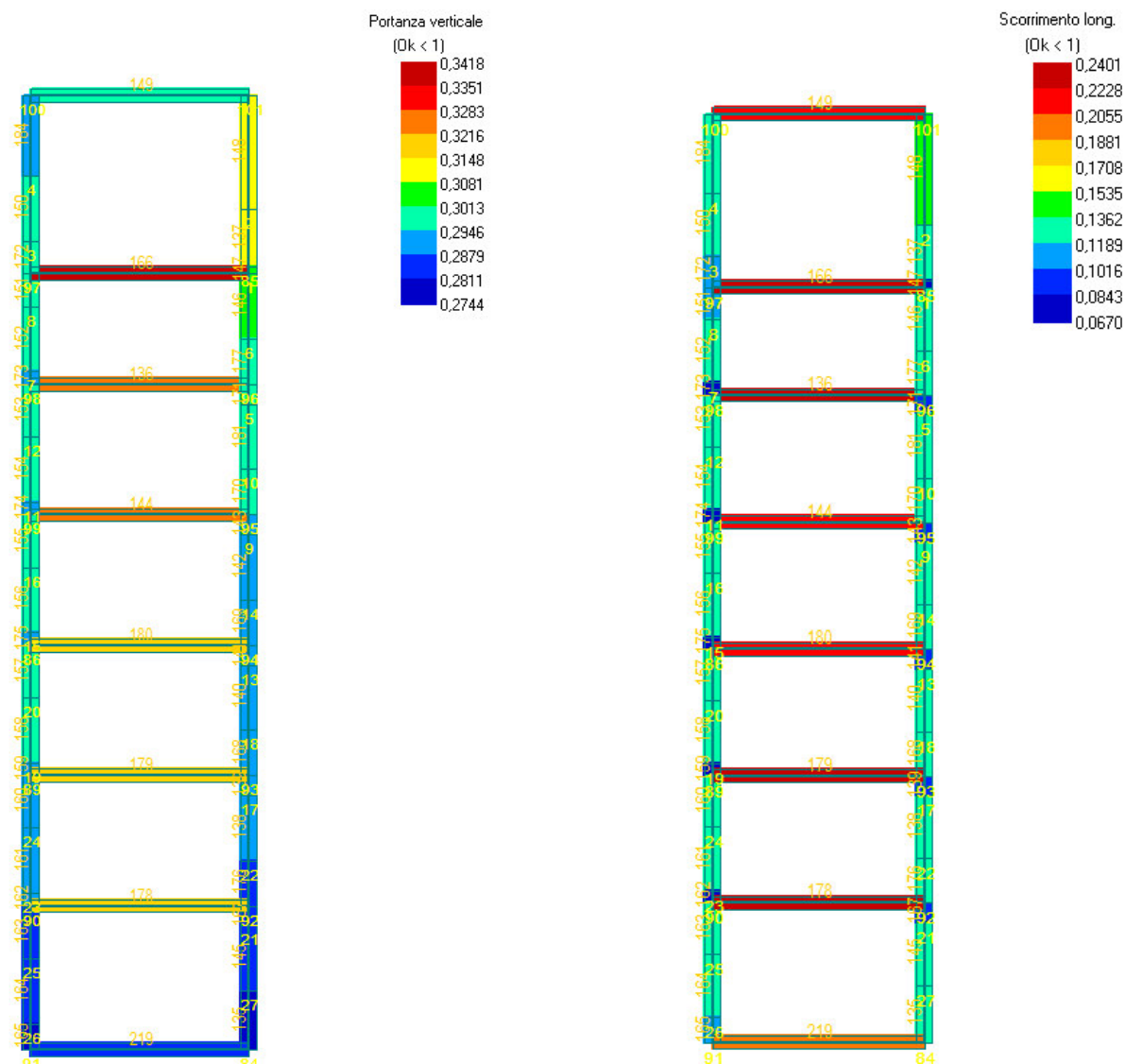


Figura 12 - Verifica di portanza verticale (ok<1); Figura 13 - Verifica di scorrimento longitudinale (ok<1)

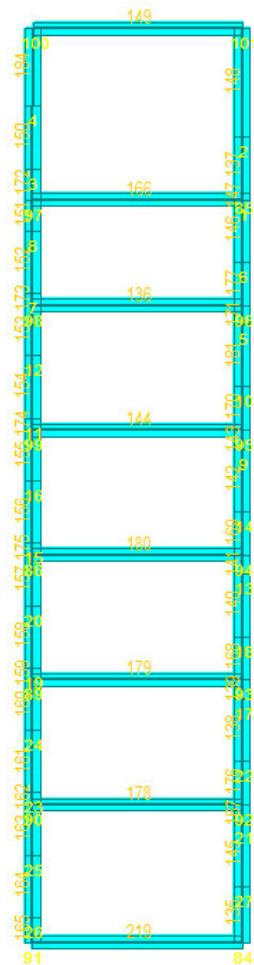
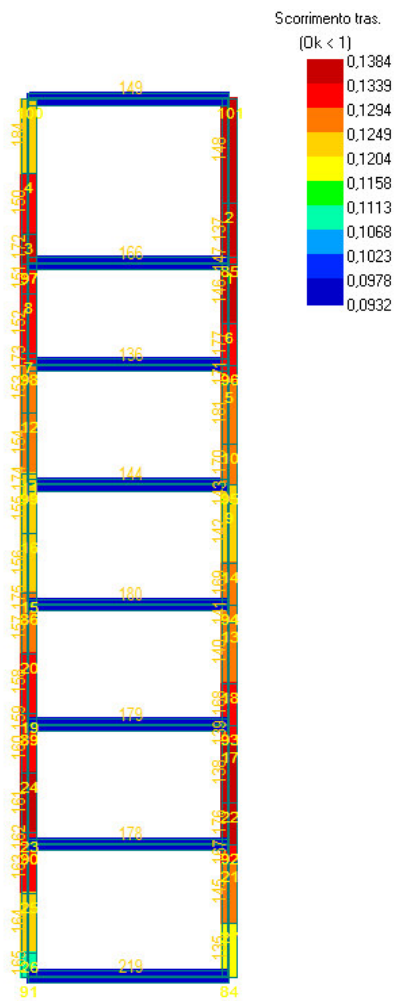


Figura 14 - Verifica di scorrimento trasversale ($ok < 1$); Figura 15 - Verifica di portanza fondazioni

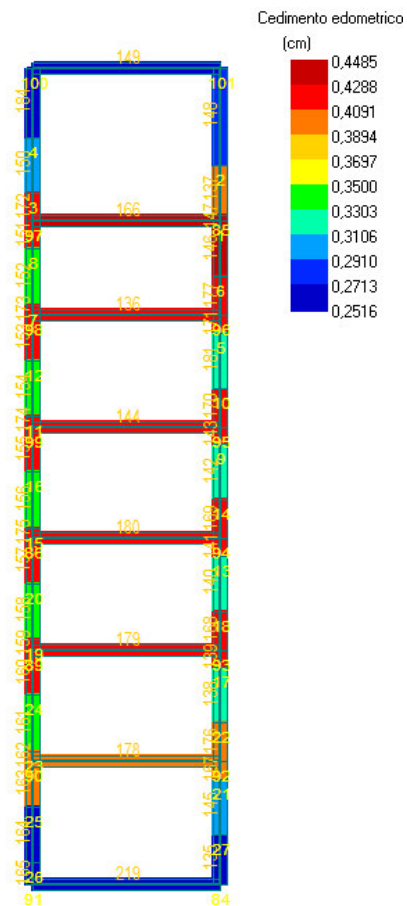


Figura 16- Cedimento edometrico massimo

Roma 16/12/2017

Il Tecnico