

**MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI  
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



**COMUNE DI TORINO**



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO  
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA  
Lotto Costruttivo 2: Bologna - Politecnico**

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		 <b>INFRA.TO</b> <i>infrastrutture per la mobilità</i>										<b>INFRATRASPORTI.TO S.r.l.</b>		
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 6038S	Ing. F. Rizzo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9337K	<b>STRUTTURE E METODI COSTRUTTIVI STAZIONI SPECIALI – STAZIONE PORTA NUOVA RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURA METALLICA DI COPERTURA</b>										SCALA	DATA	
		ELABORATO												REV. Int.
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A2	D	STR	SPN	R	004	0	1	-	25/11/2022

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	15/07/22	VFI	ECa	FRi	RCr
1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	25/11/22	VFI	ECa	FRi	RCr
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>9.3.4</td> <td>41</td> <td>MTL2T1A2D</td> <td>STRSPNR004</td> </tr> </table>						LOTTO 2	CARTELLA	9.3.4	41	MTL2T1A2D	STRSPNR004	<b>STAZIONE APPALTANTE</b>  DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio  RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro				
LOTTO 2	CARTELLA	9.3.4	41	MTL2T1A2D	STRSPNR004											

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>CALCESTRUZZI</b>	<b>8</b>
3.1.1	CALCESTRUZZO UTILIZZATO PER I SOLAI DI STAZIONE E STRUTTURE INTERNE	8
3.1.2	CALCESTRUZZO UTILIZZATO PER DIAFRAMMI	8
<b>3.2</b>	<b>ACCIAI PER ARMATURE IN C.A.</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>PRINCIPALI ASSUNZIONI DELLA PROGETTAZIONE</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>ANALISI NUMERICHE E PROGETTAZIONE STRUTTURALE</b>	<b>12</b>
<b>5.2</b>	<b>ANALISI NUMERICHE E VERIFICHE STRUTTURALI</b>	<b>12</b>
5.2.1	MODELLO STRUTTURALE	12
5.2.2	CARICHI E COMBINAZIONI	14
5.2.3	RESULTATI DELL'ANALISI	20
	<b>ALLEGATO A</b>	<b>28</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo	3
Figura 2.	Immagine della pensilina di accesso	4
Figura 4.	Modello di visualizzazione	12
Figura 5.	Modello 3D schematico	13
Figura 6.	Peso proprio del vetro	14
Figura 7.	Carico di neve	15
Figura 8.	Carico variabile sul tetto	15
Figura 9.	Numerazione degli elementi	20
Figura 10.	Verifica degli elementi	21

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

Figura 11. Rapporto di interazione domanda/capacità	21
Figura 12. Vento in direzione X	25
Figura 13. Vento in direzione Y	25
Figura 14. Sisma in direzione X	26
Figura 15. Sisma in direzione Y	26
Figura 16. Deflection SLE	27
Figura 17. Modo traslazionale 1 – $T_1=0.65$ sec.	28
Figura 18. Modo traslazionale 2 – $T_2=0.58$ sec.	28
Figura 19. Modo torsionale – $T_5=0.45$ sec.	29
Figura 20. Inviluppo di forze assiali – P	30
Figura 21. Inviluppo di momenti flettenti - M22	30
Figura 22. Inviluppo di momenti flettenti – M33	31
Figura 23. Inviluppo del Taglio - V22	31
Figura 24. Inviluppo del Taglio - V33	32
Figura 25. Inviluppo di forze assiali - P	32
Figura 26. Inviluppo di momenti flettenti - M22	33
Figura 27. Inviluppo di momenti flettenti – M33	33
Figura 28. Inviluppo del Taglio - V22	34
Figura 29. Inviluppo del Taglio - V33	34
Figura 30. Inviluppo di forze assiali - P	35
Figura 31. Inviluppo di momenti flettenti - M22	35
Figura 32. Inviluppo di momenti flettenti - M33	36
Figura 33. Inviluppo del Taglio - V22	36
Figura 34. Inviluppo del Taglio – V33	37
Figura 35. Inviluppo di forze assiali - P	37
Figura 36. Inviluppo di momenti flettenti - M22	38
Figura 37. Inviluppo di momenti flettenti - M33	38
Figura 38. Inviluppo del Taglio – V22	39
Figura 39. Inviluppo del Taglio – V33	39

## 1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell'ambito dell'affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della tratta Politecnico-Rebaudengo 1 della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto le analisi strutturali e le verifiche relative alle strutture interne e alle barrette provvisorie e definitivi della Stazione Porta Nuova.



Figura 1. Key-plan della linea 2 – tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo

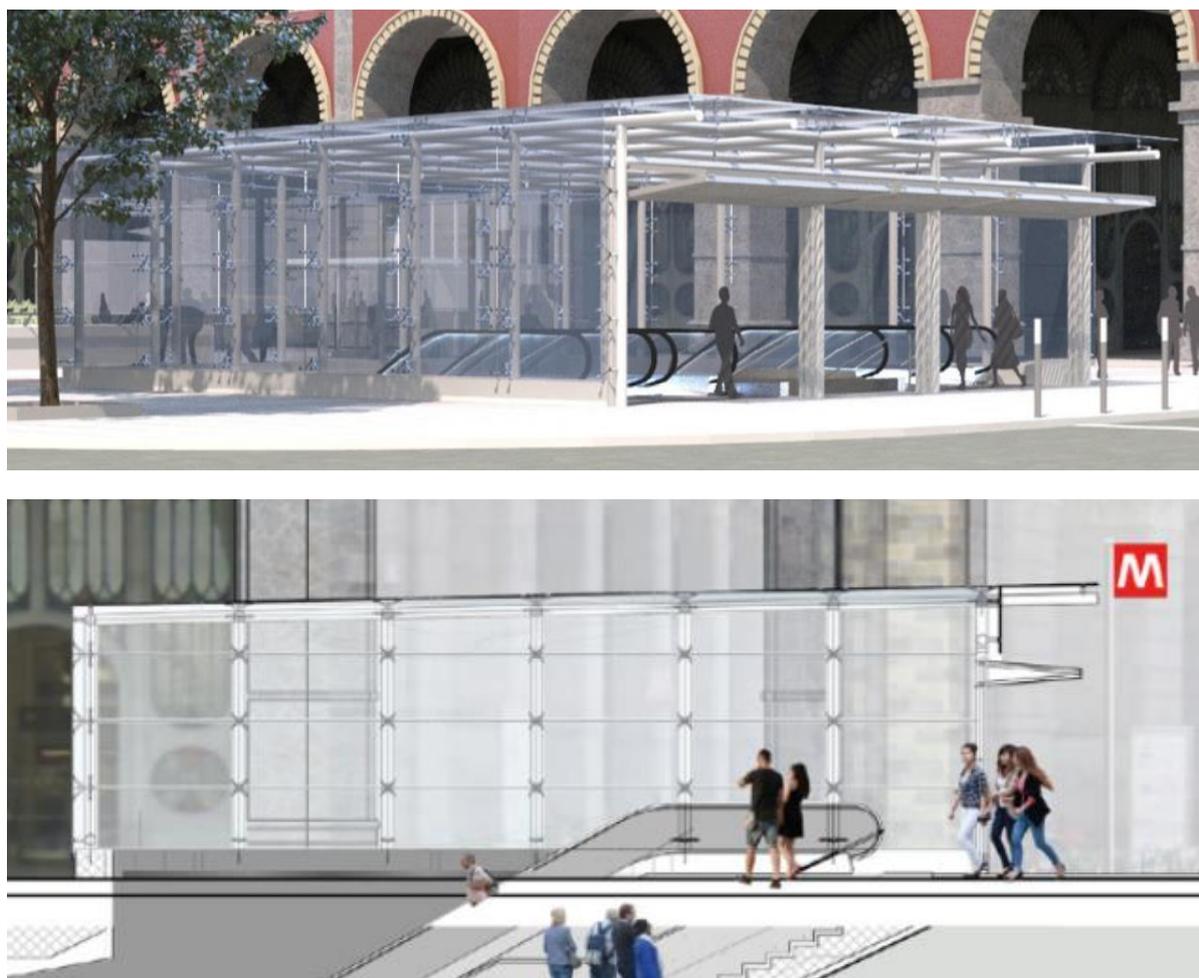
 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

## 1.1 Scopo e campo di applicazione

In questa relazione sono stati presentati gli studi numerici e le verifiche strutturali relative alla struttura metallica della copertura vetrata dell'accesso principale.

## 1.2 Descrizione delle opere

La pensilina consiste di una struttura metallica a telaio per soportare la copertura vetrata accessi M2. Si trova all'ingresso della stazione di Porta Nuova. La struttura considera il sistema di travi del tetto e le pilastri. E' rivestita in vetro stratificato con spessore 16mm. Il telaio varia in altezza a partire da 3,60m fino a 3,85m. La lunghezza del telaio è di 13,4m e la larghezza di 11,85 m.



**Figura 2. Immagine della pensilina di accesso**

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione è stata realizzata facendo riferimento alle Normative Nazionali sottoelencate:

1. Legge n°1086 del 05/11/1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
2. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" (GU n.42 del 20/02/2018);
3. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»
4. D.M. 21/10/2015: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane";
5. D.M. 16/02/2007 – Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
6. UNI 9502-2001: "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso".
7. UNI 9503-2007: "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in acciaio".
8. UNI EN 206-1:2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità".
9. UNI 11104-2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".
10. Legge 2 febbraio 1974, n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
11. D.G.R. 30 Dicembre 2019, n. 6-887: "Presenza d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte"

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

12. D.G.R. 26 Novembre 2021, n. 10-4161: "Approvazione delle nuove procedure di semplificazione attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico".

Quando necessario, saranno altresì assunti a riferimento i Codici Normativi Europei elencati di seguito:

#### Eurocode 0 - Basis of structural design

- EN 1990 Basis of structural design.

#### Eurocode 1 - Actions on structures

- EN 1991-1-1 Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings
- EN 1991-1-2 Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire.
- EN 1991-1-3 Part 1-3: General actions - Snow loads.
- EN 1991-1-4 Part 1-4: General actions - Wind actions.
- EN 1991-1-5 Part 1-5: General actions – Thermal actions.
- EN 1991-1-6 Part 1-6: General actions - Actions during execution.
- EN 1991-1-7 Part 1-7: General actions – Accidental Actions.
- EN 1991-2 Part 2: Traffic loads on bridges.
- EN 1991-3 Part 3: Actions induced by cranes and Machinery.
- EN 1991-4 Part 4: Silos and tanks.

#### Eurocode 2 - Design of concrete structures

- EN 1992-1-1 Part 1-1: General rules and rules for Buildings.
- EN 1992-1-2 Part 1-2: General rules - Structural fire Design.
- EN 1992-3 Part 3: Liquid retaining and containment Structures.

#### Eurocode 3 - Design of steel structures

- EN 1993-1-1 Part 1-1: General rules and rules for Buildings
- EN 1993-1-2 Part 1-2: General rules Structural fire design
- EN 1993-1-3 Part 1-3: General rules – Supplementary rules for cold-formed members and sheeting
- EN 1993-1-4 Part 1-4: General rules – Supplementary rules for stainless steels
- EN 1993-1-5 Part 1-5: Plated structural elements
- EN 1993-1-6 Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

- EN 1993-1-7 Part 1-7: Plated structures subject to out of plane loading
- EN 1993-1-8 Part 1-8: Design of joints
- EN 1993-1-9 Part 1-9: Fatigue
- EN 1993-1-10 Part 1-10: Material Toughness and through-thickness properties
- EN 1993-1-11 Part 1-11: Design of structures with tension components
- EN 1993-1-12 Part 1-12: Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700
- EN 1993-2 Part 2: Steel Bridges
- EN 1993-3-1 Part 3-1: Towers, masts, and chimneys -Towers and masts
- EN 1993-3-2 Part 3-2: Towers, masts, and chimneys – Chimneys
- EN 1993-4-1 Part 4-1: Silos
- EN 1993-4-2 Part 4-2: Tanks
- EN 1993-4-3 Part 4-3: Pipelines
- EN 1993-5 Part 5: Piling
- EN 1993-6 Part 6: Crane supporting structures

#### Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures

- EN 1994-1-1 Part 1-1: General rules and rules for Buildings
- EN 1994-1-2 Part 1-2: General rules - Structural Fire Design
- EN 1994-2 Part 2: General rules and rules for bridges

#### Eurocode 7 - Geotechnical design

- EN 1997-1 Part 1: General rules
- EN 1997-2 Part 2: Ground investigation and testing
- EN 1997-3 Part 3: Design assisted by field testing

#### Eurocode 8 – Design of structures for earthquake resistance

- EN 1998-1 Part 1: General rules, seismic actions, and rules for buildings
- EN 1998-2 Part 2: Bridges
- EN 1998-3 Part 3: Assessment of retrofitting of buildings
- EN 1998-4 Part 4: Silos, tanks, and pipelines
- EN 1998-5 Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects
- EN 1998-6 Part 6: Towers, masts, and chimneys

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzi

##### 3.1.1 Calcestruzzo utilizzato per i solai di stazione e strutture interne

Tipo:	C30/37
Modulo di deformazione:	$E_c=32000$ MPa
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck}=37$ MPa
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck}=30$ MPa
Peso per unità di volume:	$Y=25$ KN/m <sup>3</sup>
Classe di Esposizione	<i>XC3 (Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata / Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia)</i>

##### 3.1.2 Calcestruzzo utilizzato per diaframmi

Tipo:	C25/30
Modulo di deformazione:	$E_c=30000$ MPa
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck}=30$ MPa
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck}=25$ MPa
Peso per unità di volume:	$Y=25$ KN/m <sup>3</sup>
Classe di Esposizione	<i>XC2 (Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo / Molte fondazioni)</i>

 <b>CITTA' DI TORINO</b>	<b>Metropolitana di Torino - Linea 2</b> <b>Tratta: Politecnico-Rebaudengo</b> <b>Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico</b>
Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica	MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

### 3.2 Acciai per armature in c.a.

Tipo B450C saldabile (ex FeB44K saldabile), per diametri compresi tra 6 e 40 mm:

$$f_{ynom}=450 \text{ MPa}$$

$$f_{tnom} = 540 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} \geq f_{ynom} \text{ frattile } 5\%$$

$$f_{tk} \geq f_{tnom} \text{ frattile } 5\%$$

$$1.15 \leq (f_t/f_y) k \leq 1.35 \text{ frattile } 10\%$$

$$(f_y/f_{ynom}) k \leq 1.25 \text{ frattile } 10\%$$

$$\text{Allungamento } (A_{gt})k \geq 7.5\% \text{ frattile } 10\%$$

Reti e tralici elettrosaldati:

$$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$$

$$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$$

$$(f_{tk}/f_{yk}) \geq 1.10$$

### 3.3 Acciaio per carpenteria metallica

Tipo:	S355 J0	
	$t \leq 40 \text{ mm}$	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$
Modulo di deformazione:	$E_c = 210 \text{ GPa}$	$E_c = 210 \text{ GPa}$
Resistenza a snervamento caratteristica:	$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 335 \text{ MPa}$
Resistenza a snervamento di progetto:	$f_{yd} = 338 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 319 \text{ MPa}$
Resistenza a rottura caratteristica:	$f_{yk} = 510 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 470 \text{ MPa}$
Peso per unità di volume:	$\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$	$\gamma = 78 \text{ KN/m}^3$



## 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Lo scavo della stazione denominata Porta Nuova, come si evince dalla sezione stratigrafica riportata nel seguito, è interessato da una coltre superiore di circa 3,50 m di terreno superficiale denominato Unità 1. Mentre a livelli più profondi fino ad una estensione di interesse per le opere di scavo è presente un materiale ghiaioso sabbioso denominato Unità 2 e U3. Il fondo scavo risulta localizzato in prossimità dell'unità U5.

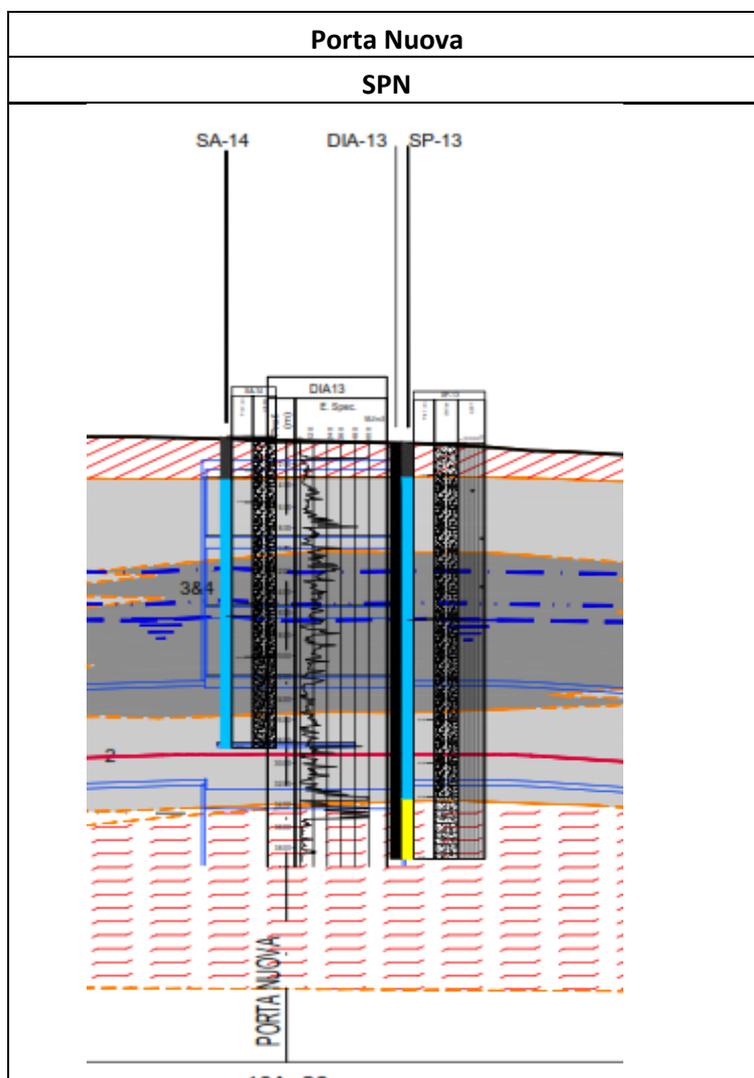


Figura 3. Stralcio stratigrafia stazione Porta Nuova



I parametri geotecnici utilizzati per il presente progetto sono riportati nella seguente tabella:

**Tabella 1 Parametri geotecnici**

U1 (Terreno superficiale)					U2 (Ghiaie e sabbie)				
$\gamma$	$\varphi$	$c$	$E$	$\nu$	$\gamma$	$\varphi$	$c$	$E$	$\nu$
[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[-]
19	29	0	10	0,3	19	36	10	150	0,3

U3					U5				
$\gamma$	$\varphi$	$c$	$E$	$\nu$	$\gamma$	$\varphi$	$c$	$E$	$\nu$
[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[-]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[-]
20	36	20	170	0,3	19	23	40	65	0,3



## 5. PRINCIPALI ASSUNZIONI DELLA PROGETTAZIONE

### 5.1 Analisi numeriche e progettazione strutturale

Per l'analisi e la progettazione strutturale delle strutture metalliche della pensilina è stata schematizzata utilizzando diversi modelli strutturali rappresentativi dei principali componenti costituenti la struttura.

L'analisi strutturale è stata implementata tramite i programmi Sap2000 di CSI. In tutti i casi sono stati utilizzati elementi di tipo "frame/beam" per modellare elementi unidimensionali come pilastri e travi, ed elementi "shell" per modellare elementi bidimensionali come vetrate.

Per la verifica strutturale degli stati limite di resistenza (SLU) e di esercizio (SLE), vengono utilizzati i fattori e le combinazioni dei carichi, nonché i coefficienti di sicurezza dei materiali indicati nelle NTC2018. I metodi di analisi utilizzati sono della tipo statico lineare.

### 5.2 Analisi numeriche e verifiche strutturali

#### 5.2.1 Modello strutturale

Le figure seguenti mostrano la vista estrusa e lo schema strutturale del telaio.

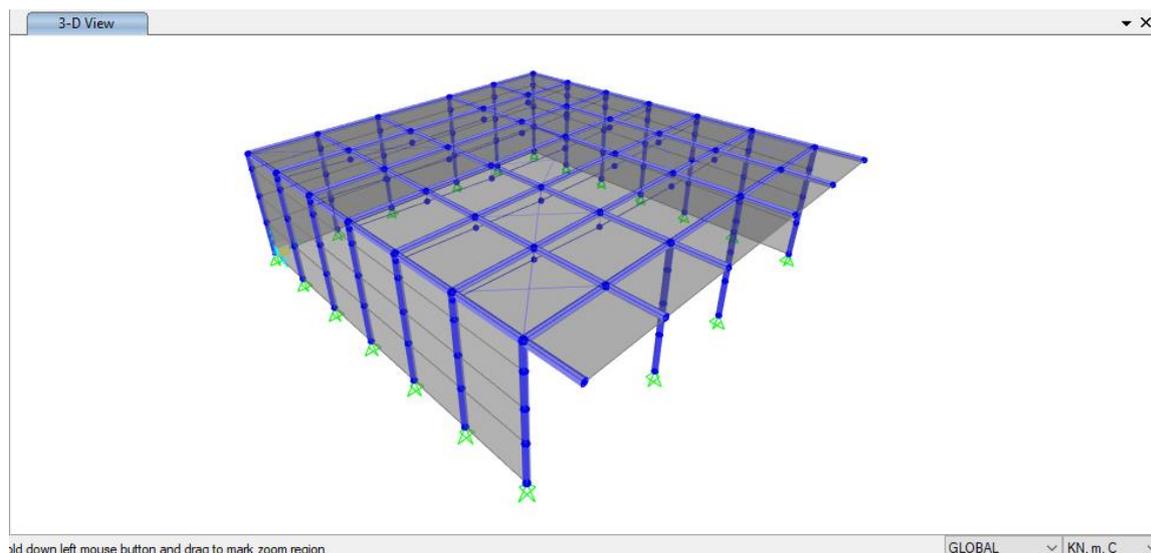


Figura 4. Modello di visualizzazione

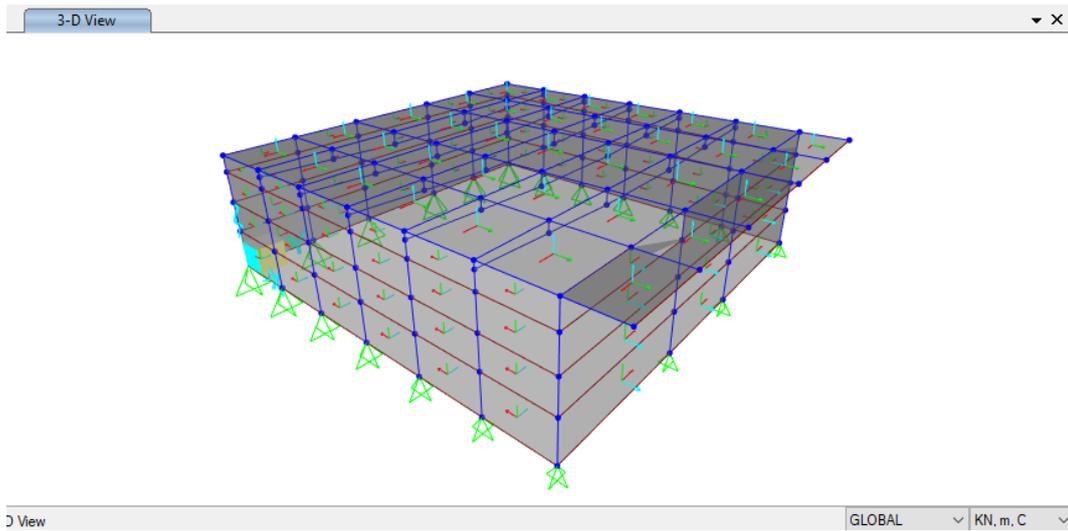


Figura 5. Modello 3D schematico

La classe di acciaio è S355, e il profilo CHS 168.3x6.3 è stato assunto per il sistema di travi e pilastri.

CHS 168.3x6.3

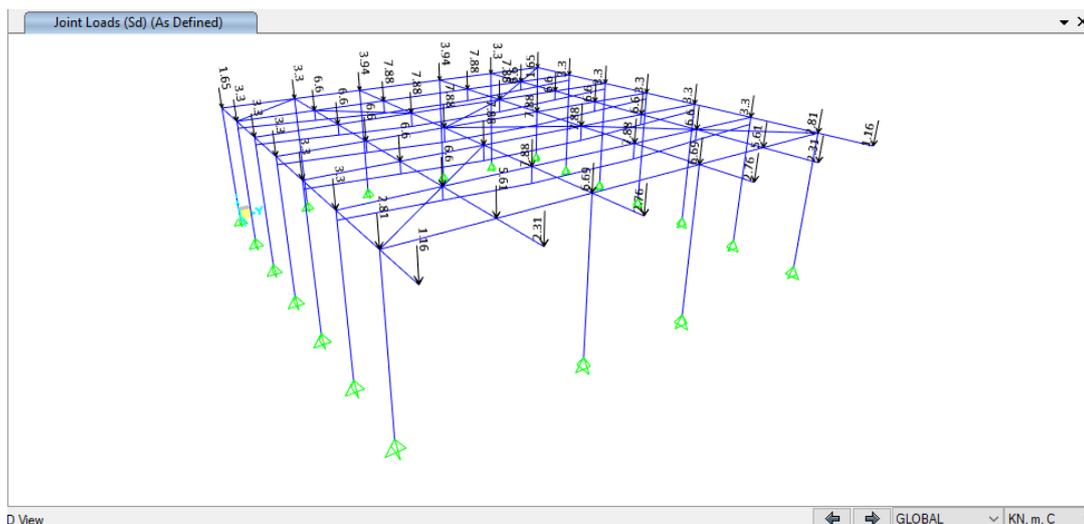
Geometry		Section properties
D = 168.3 cm		$I_y = I_z = 1053 \text{ cm}^4$
T = 6.3 cm		$W_{y,el} = W_{z,el} = 125.0 \text{ cm}^3$
A = 32.1 cm <sup>2</sup>		$W_{y,pl} = W_{z,pl} = 165.0 \text{ cm}^3$
$A_L = 0.529 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$		$I_y = I_z = 5.73 \text{ cm}$
G = 25.2 kg·m <sup>-1</sup>		$I_t = 2107 \text{ cm}^4$
		$C_t = 250.0 \text{ cm}^3$





- Carichi variabili:

Carico di neve = 1,50 kN/m<sup>2</sup> applicato come carico puntuale





CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo pensilina metallica

MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

- Carichi di vento:

il carico del vento viene applicato utilizzando le opzioni di carico del vento automatizzate per NTC2018 da sap2000. I parametri scelti per il vento sono adattati secondo la città di Torino.

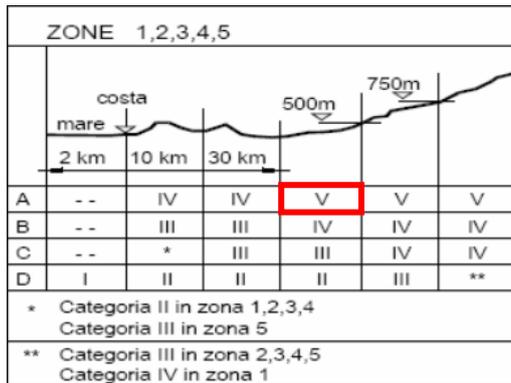
Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).



Italian NTC 2018 Wind Load Pattern



CITTA' DI TORINO

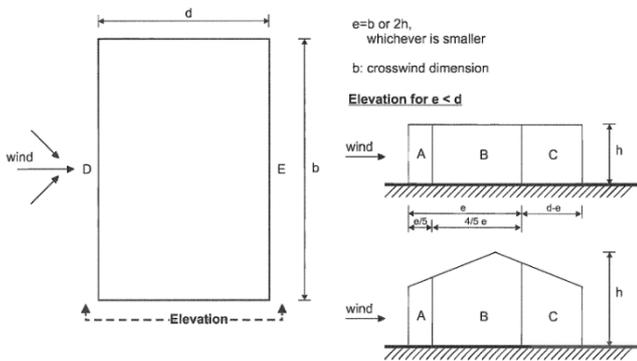
Metropolitana di Torino - Linea 2  
 Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
 Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo  
 pensilina metallica

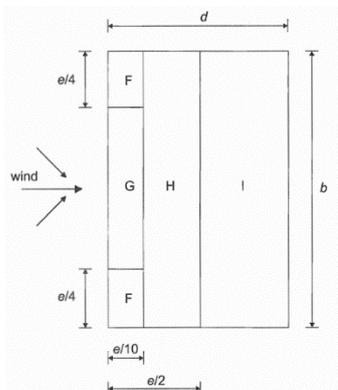
MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

Il carico viene applicato sugli elementi *none-shell* con applicazione del coefficiente di pressione  $C_p$

Il coefficiente di pressione è determinato da



Zone	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$								
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	



Roof type	Zone							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Sharp eaves	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

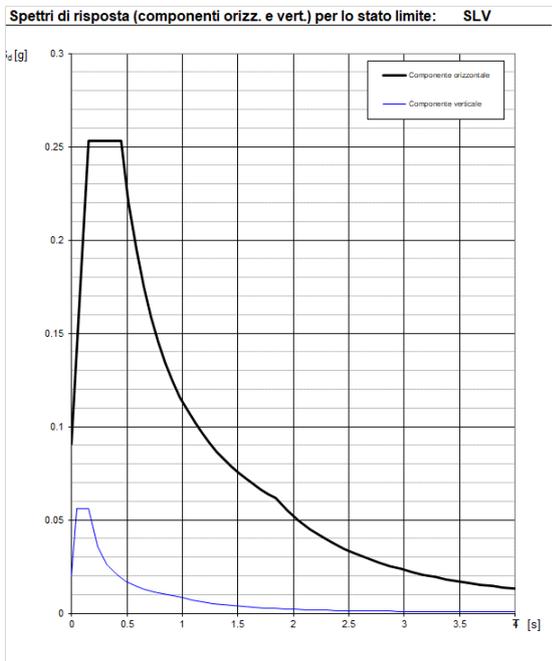


- Azioni sismiche:

Dal punto di vista sismico, la struttura è classificata con classe di importanza III con valore coefficiente  $C_u = 1,5$ .

Con categoria topografia T1 e tipo di suolo C. Vengono introdotti due tipi di spettro di risposta progettuale:

i- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) – SLU



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.060 g
$F_g$	2.790
$T_C$	0.281 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.597
$S_T$	1.000
$q$	1.000

Parametri dipendenti	
$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.149 s
$T_C$	0.448 s
$T_D$	1.842 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_0 \cdot S_1 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.3})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.4; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.6})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.5})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.7})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.2)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_a(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-18 § 3.2.3.5)

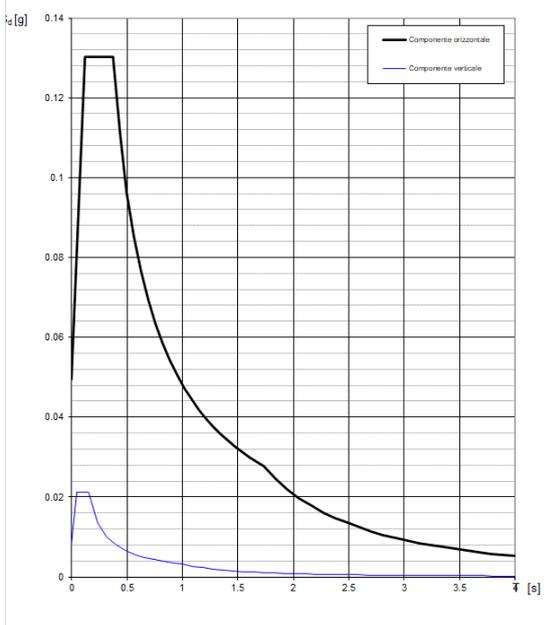
**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0.000	0.091
0.149	0.253
0.448	0.253
0.515	0.220
0.581	0.195
0.647	0.175
0.714	0.159
0.780	0.145
0.846	0.134
0.913	0.124
0.979	0.116
1.045	0.108
1.112	0.102
1.178	0.096
1.245	0.091
1.311	0.086
1.377	0.082
1.444	0.079
1.510	0.075
1.576	0.072
1.643	0.069
1.709	0.066
1.775	0.064
1.842	0.062
1.944	0.055
2.047	0.050
2.150	0.045
2.253	0.041
2.356	0.038
2.458	0.035
2.561	0.032
2.664	0.029
2.767	0.027
2.869	0.025
2.972	0.024
3.075	0.022
3.178	0.021
3.281	0.019
3.383	0.018
3.486	0.017
3.589	0.016
3.692	0.015
3.794	0.015
3.897	0.014
4.000	0.013



ii- Stato Limite di Danno (SLD) – SLE

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.033 g
$F_g$	2.632
$T_C$	0.210 s
$S_S$	1.500
$C_C$	1.756
$S_T$	1.000
$q$	1.000

Parametri dipendenti	
$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.123 s
$T_C$	0.370 s
$T_D$	1.732 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_g \cdot S_1$  (NTC-18 Eq. 3.2.3)  
 $\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$  (NTC-18 Eq. 3.2.4; §. 3.2.3.5)  
 $T_B = T_C / 3$  (NTC-18 Eq. 3.2.6)  
 $T_C = C_C \cdot T_C^*$  (NTC-18 Eq. 3.2.5)  
 $T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$  (NTC-18 Eq. 3.2.7)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.2)

$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$   
 $T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$   
 $T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$   
 $T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto  $S_{a,c}(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_a(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-18 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.049
0.123	0.130
0.370	0.130
0.434	0.111
0.499	0.096
0.564	0.085
0.629	0.077
0.694	0.069
0.759	0.063
0.824	0.058
0.889	0.054
0.953	0.050
1.018	0.047
1.083	0.044
1.148	0.042
1.213	0.040
1.278	0.038
1.343	0.036
1.408	0.034
1.472	0.033
1.537	0.031
1.602	0.030
1.667	0.029
1.732	0.028
1.840	0.025
1.948	0.022
2.056	0.020
2.164	0.018
2.272	0.016
2.380	0.015
2.488	0.013
2.596	0.012
2.704	0.011
2.812	0.011
2.920	0.010
3.028	0.009
3.136	0.008
3.244	0.008
3.352	0.007
3.460	0.007
3.568	0.007
3.676	0.006
3.784	0.006
3.892	0.006
4.000	0.005



Per la verifica strutturale degli stati limite di resistenza (SLU) e di esercizio (SLE), vengono utilizzati i fattori e le combinazioni indicate nelle NTC, 2018.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):  
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$  [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  
 $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$  [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$  [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$  [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:  
 $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$  [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:  
 $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$  [2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

### 5.2.3 Risultati dell'analisi

L'ALLEGATO A presenta graficamente i risultati rilevanti della struttura d'acciaio o Pensilina metallica che da supporto alla copertura vetrata accessi M2.

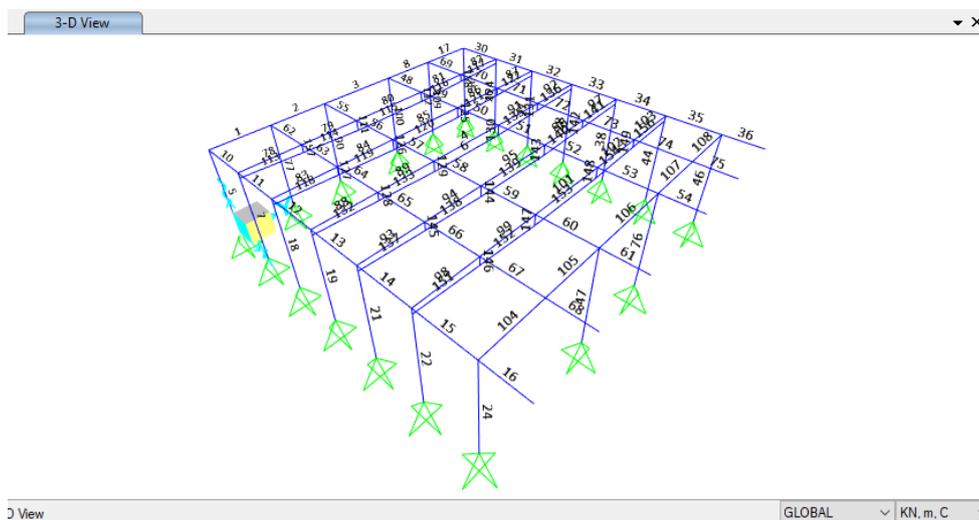


Figura 9. Numerazione degli elementi



Verifiche strutturali:

- Verifica SLU

- i) Verifica a plesso-flessione e taglio:

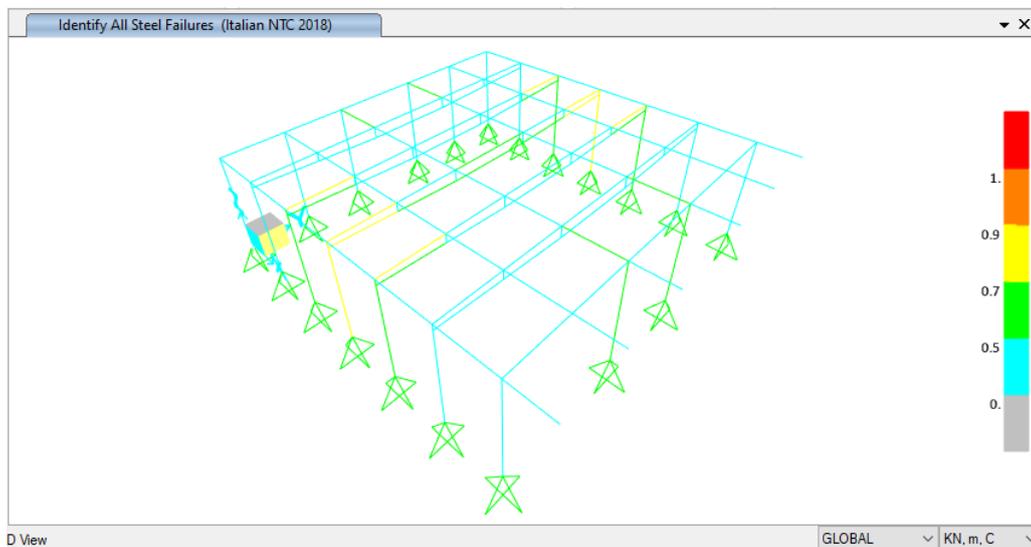


Figura 10. Verifica degli elementi

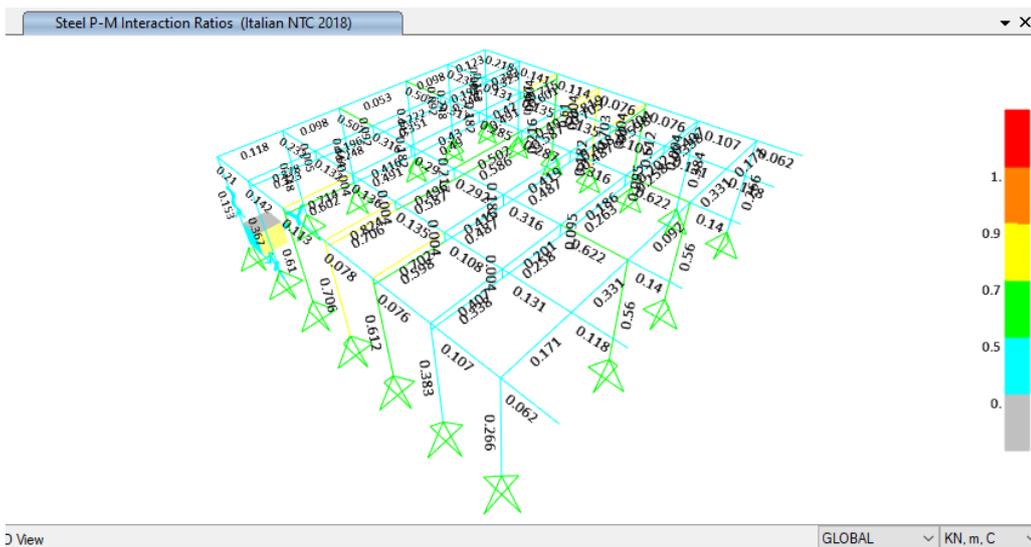


Figura 11. Rapporto di interazione domanda/capacità



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino - Linea 2  
Tratta: Politecnico-Rebaudengo  
Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico

Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo  
pensilina metallica

MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

**TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Italian NTC 2018**

Fram	DesignSe	DesignTy	Ratio	RatioTyp	Combo	Locati
Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m
10	B	Brace	0.21041	PMM	ULS Wx Sd	0
11	B	Brace	0.142047	PMM	ULS Wx Sd	2.00035
12	B	Brace	0.113134	PMM	ULS Wx Sd	0
13	B	Brace	0.077557	PMM	ULS Wx Sd	0
14	B	Brace	0.076395	PMM	ULS Wx- Sd	2.00035
15	B	Brace	0.107353	PMM	ULS SLV 1	2.00035
16	B	Brace	0.062048	PMM	ULS Sd	0
30	B	Brace	0.218437	PMM	ULS Wx Sd	0
31	B	Brace	0.140754	PMM	ULS Wx Sd	2.00035
32	B	Brace	0.114444	PMM	ULS Wx Sd	0
33	B	Brace	0.076085	PMM	ULS Wx Sd	0
34	B	Brace	0.076352	PMM	ULS Wx- Sd	2.00035
35	B	Brace	0.107256	PMM	ULS SLV 1	2.00035
36	B	Brace	0.062048	PMM	ULS Sd	0
48	B	Brace	0.507386	PMM	ULS Sd	0
49	B	Brace	0.316678	PMM	ULS Sd	2.00035
50	B	Brace	0.284647	PMM	ULS Sd	0
51	B	Brace	0.286671	PMM	ULS Sd	0
52	B	Brace	0.316408	PMM	ULS Sd	0
53	B	Brace	0.622247	PMM	ULS Sd	2.00035
54	B	Brace	0.140259	PMM	ULS Sd	0
55	B	Brace	0.506883	PMM	ULS Sd	0
56	B	Brace	0.315927	PMM	ULS Sd	2.00035
57	B	Brace	0.28976	PMM	ULS Sd	0
58	B	Brace	0.291794	PMM	ULS Sd	0
59	B	Brace	0.315769	PMM	ULS Sd	0
60	B	Brace	0.622002	PMM	ULS Sd	2.00035



CITTA' DI TORINO

**Metropolitana di Torino - Linea 2**  
**Tratta: Politecnico-Rebaudengo**  
**Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico**

Stazione Porta Nuova – Relazione di calcolo  
pensilina metallica

MTL2T1A1DSTRSPNR004-0-1

61	B	Brace	0.140259	PMM	ULS Sd	0
62	B	Brace	0.232182	PMM	ULS Sd Wx-	0
63	B	Brace	0.132227	PMM	ULS Sd	2.00035
64	B	Brace	0.135762	PMM	ULS Sd	0.66678
65	B	Brace	0.134565	PMM	ULS Sd	0
66	B	Brace	0.107851	PMM	ULS Sd	0
67	B	Brace	0.130813	PMM	ULS Sd	2.00035
68	B	Brace	0.118464	PMM	ULS Sd	0
69	B	Brace	0.234686	PMM	ULS Sd Wx-	0
70	B	Brace	0.131138	PMM	ULS Sd	2.00035
71	B	Brace	0.135027	PMM	ULS Sd	0.66678
72	B	Brace	0.134682	PMM	ULS Sd	0
73	B	Brace	0.106942	PMM	ULS Sd	0
74	B	Brace	0.130907	PMM	ULS Sd	2.00035
75	B	Brace	0.118464	PMM	ULS Sd	0
78	B	Beam	0.377675	PMM	ULS Sd	0
79	B	Beam	0.196313	PMM	ULS Sd	2.2
80	B	Beam	0.222044	PMM	ULS Sd	0
81	B	Beam	0.196883	PMM	ULS Sd	0
82	B	Beam	0.383197	PMM	ULS Sd	2.2
83	B	Beam	0.713506	PMM	ULS Sd	0
84	B	Beam	0.416459	PMM	ULS Sd	2.2
85	B	Beam	0.429792	PMM	ULS Sd	0
86	B	Beam	0.419718	PMM	ULS Sd	0
87	B	Beam	0.714941	PMM	ULS Sd	2.2
88	B	Beam	0.823826	PMM	ULS Sd	0
89	B	Beam	0.495786	PMM	ULS Sd	2.2
91	B	Beam	0.489895	PMM	ULS Sd	0
92	B	Beam	0.819404	PMM	ULS Sd	2.2
93	B	Beam	0.702465	PMM	ULS Sd	0
94	B	Beam	0.415321	PMM	ULS Sd	2.2
95	B	Beam	0.418642	PMM	ULS Sd	0
96	B	Beam	0.418446	PMM	ULS Sd	0
97	B	Beam	0.703646	PMM	ULS Sd	2.2
98	B	Beam	0.407051	PMM	ULS Sd	0
99	B	Beam	0.201324	PMM	ULS Sd	0
101	B	Beam	0.186436	PMM	ULS Sd	0
102	B	Beam	0.201715	PMM	ULS Sd	0
103	B	Beam	0.406811	PMM	ULS Sd	2.2
104	B	Beam	0.171414	PMM	ULS Sd	2.2
105	B	Beam	0.330768	PMM	ULS Sd	0
106	B	Beam	0.09299	Major Shear	ULS SLV 1	3.05
107	B	Beam	0.330774	PMM	ULS Sd	2.2
108	B	Beam	0.171352	PMM	ULS Sd	0
111	16mm	Column	0.092281	PMM	ULS Sd	0
112	16mm	Column	0.092285	PMM	ULS Sd	0
113	30mm	Brace	0.323202	PMM	ULS Wx Sd	0
114	30mm	Brace	0.247552	PMM	ULS Sd	1.46818
115	30mm	Beam	0.351331	PMM	ULS Wx- NFG	0
116	30mm	Brace	0.247583	PMM	ULS Sd	0.73409

117	30mm	Brace	0.323334	PMM	ULS Wx Sd	2.20227
118	30mm	Brace	0.601524	PMM	ULS Sd	0
119	30mm	Brace	0.490603	PMM	ULS Sd	2.20227
120	30mm	Beam	0.4902	PMM	ULS Sd	3.05
121	30mm	Brace	0.490685	PMM	ULS Sd	0
122	30mm	Brace	0.601415	PMM	ULS Sd	2.20227
124	16mm	Column	0.004431	PMM	ULS Wx Sd	0.3
125	16mm	Column	0.182449	PMM	ULS Sd	0
126	16mm	Column	0.182434	PMM	ULS Sd	0
127	16mm	Column	0.00444	PMM	ULS Wx Sd	0.3
128	16mm	Column	0.004373	PMM	ULS Wx Sd	0.3
129	16mm	Column	0.216519	PMM	ULS Sd	0
130	16mm	Column	0.216478	PMM	ULS Sd	0
131	16mm	Column	0.004359	PMM	ULS Wx Sd	0.3
132	30mm	Brace	0.706091	PMM	ULS Sd	0
133	30mm	Brace	0.586912	PMM	ULS Sd	2.20227
135	30mm	Brace	0.586711	PMM	ULS Sd	0
136	30mm	Brace	0.705299	PMM	ULS Sd	2.20227
137	30mm	Brace	0.598249	PMM	ULS Sd	0
138	30mm	Brace	0.487362	PMM	ULS Sd	2.20227
139	30mm	Beam	0.486933	PMM	ULS Sd	3.05
140	30mm	Brace	0.487415	PMM	ULS Sd	0
141	30mm	Brace	0.598221	PMM	ULS Sd	2.20227
142	16mm	Column	0.004352	PMM	ULS Wx Sd	0.3
143	16mm	Column	0.181689	PMM	ULS Sd	0
144	16mm	Column	0.18168	PMM	ULS Sd	0
145	16mm	Column	0.004353	PMM	ULS Wx Sd	0.3
146	16mm	Column	0.004133	PMM	ULS Wx Sd	0.3
147	16mm	Column	0.09526	PMM	ULS Sd	0
148	16mm	Column	0.095266	PMM	ULS Sd	0
149	16mm	Column	0.004132	PMM	ULS Wx Sd	0.3
151	30mm	Brace	0.337865	PMM	ULS Sd	0
152	30mm	Brace	0.258	PMM	ULS Sd	0.73409
153	30mm	Beam	0.263486	PMM	ULS Sd	1.525
154	30mm	Brace	0.258016	PMM	ULS Sd	1.46818
156	30mm	Brace	0.337877	PMM	ULS Sd	2.20227
157	16mm	Column	0.004801	PMM	ULS Wx Sd	0.3
158	16mm	Column	0.004789	PMM	ULS Wx Sd	0.3
1	B	Beam	0.13004	Major Shear	ULS SLV 1	2.2
2	B	Beam	0.130092	Major Shear	ULS SLV 1	2.2
3	B	Beam	0.092993	Major Shear	ULS SLV 1	3.05
8	B	Beam	0.13008	Major Shear	ULS SLV 1	0
17	B	Beam	0.130041	Major Shear	ULS SLV 1	0
4	B	Beam	0.50156	PMM	ULS Sd	0
6	30mm	Beam	0.586332	PMM	ULS Sd	0
5	C	Column	0.153252	PMM	ULS SLV 1	3.6
7	C	Column	0.366681	PMM	ULS Wx Sd	3.63731
18	C	Column	0.610282	PMM	ULS Sd	3.67463
19	C	Column	0.705934	PMM	ULS Sd	3.71194
21	C	Column	0.612465	PMM	ULS Sd	3.74925
22	C	Column	0.38338	PMM	ULS Sd	3.78657
24	C	Column	0.266157	PMM	ULS Wx Sd	0
25	C	Column	0.153199	PMM	ULS SLV 1	3.6
26	C	Column	0.366776	PMM	ULS Wx Sd	3.63731
27	C	Column	0.610488	PMM	ULS Sd	3.67463
28	C	Column	0.702698	PMM	ULS Sd	3.71194
38	C	Column	0.612466	PMM	ULS Sd	3.74925
44	C	Column	0.383514	PMM	ULS Sd	3.78657
46	C	Column	0.266028	PMM	ULS Wx Sd	0
47	C	Column	0.5599	PMM	ULS Wx Sd	0
76	C	Column	0.560183	PMM	ULS Wx Sd	0
77	C	Column	0.24757	PMM	ULS Sd Wx-	0
90	C	Column	0.444271	PMM	ULS Sd	3.6
100	C	Column	0.444653	PMM	ULS Sd	3.6
109	C	Column	0.247643	PMM	ULS Sd Wx-	0



- Verifiche SLE:

i) Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni di vento

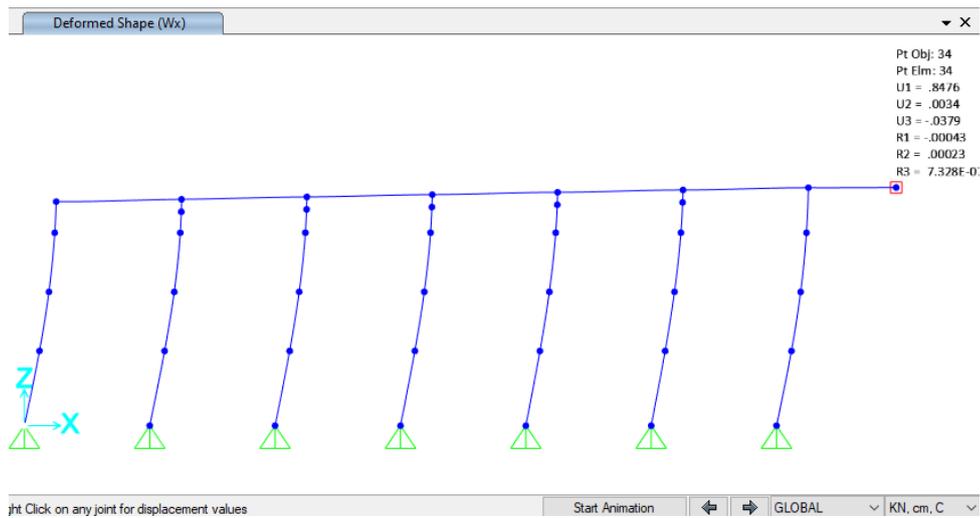


Figura 12. Vento in direzione X

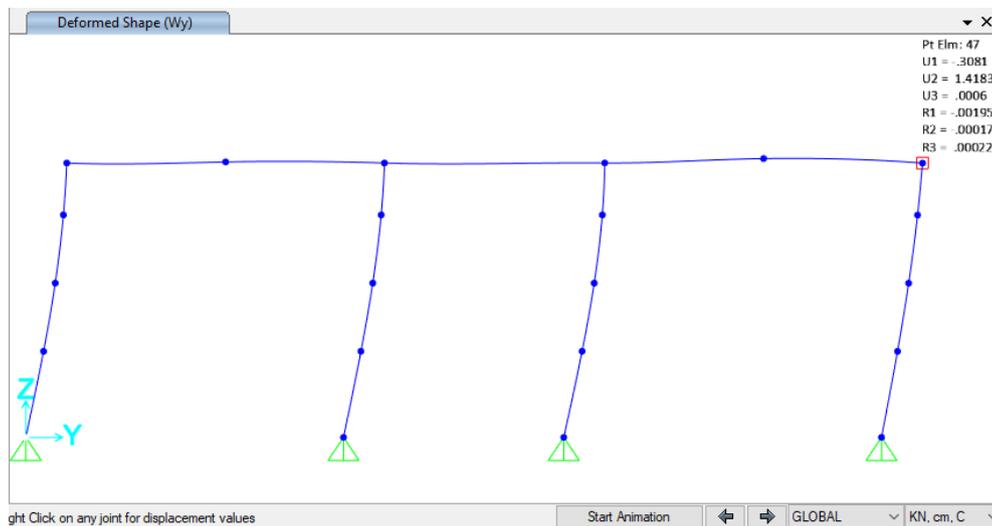


Figura 13. Vento in direzione Y

$$\delta_{vento\_x} = 0.85 < \frac{1}{200} * H = \frac{1}{200} * 385 = 1.925cm$$

$$\delta_{vento\_y} = 1.41 < \frac{1}{200} * H = \frac{1}{200} * 385 = 1.925cm$$



ii) Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni sismiche

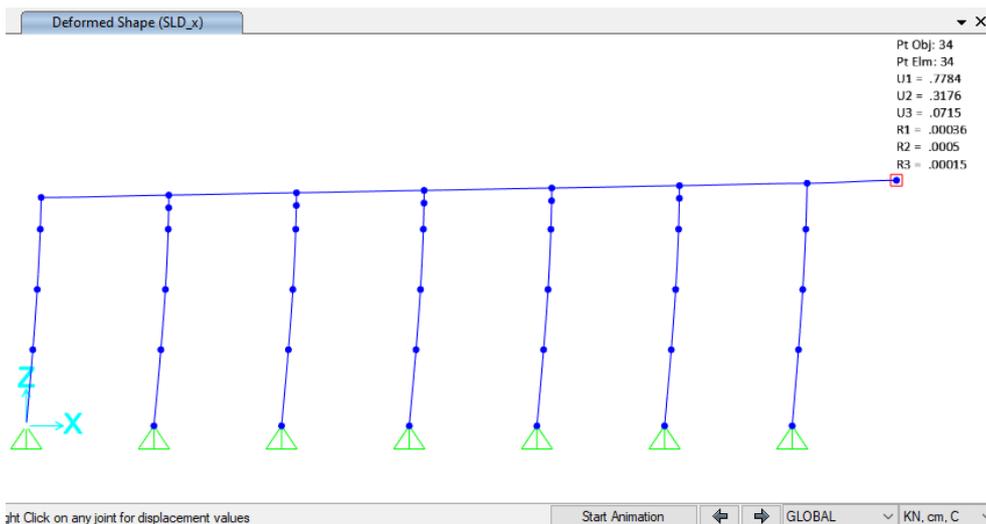


Figura 14. Sisma in direzione X

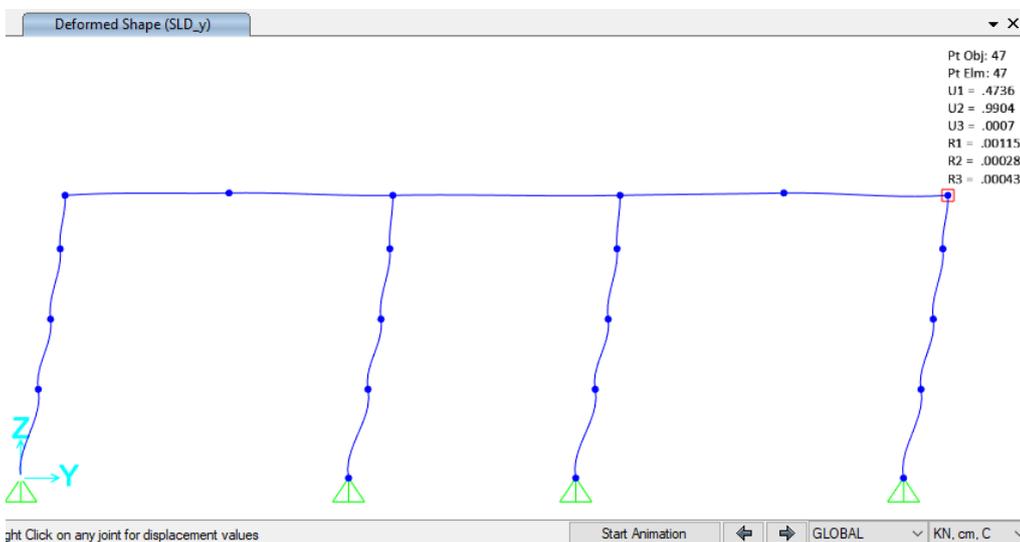


Figura 15. Sisma in direzione Y

$$\delta_{EQ,SLE_x} = 0.78 * q = 0.81 * 1 = 0.78cm < \frac{1}{200} * H = \frac{1}{200} * 385 = 1.925cm$$

$$\delta_{EQ,SLE_y} = 0.99 * q = 0.99 * 1 = 0.99cm < \frac{1}{200} * H = \frac{1}{200} * 385 = 1.925cm$$



iii) Deflessione delle travi

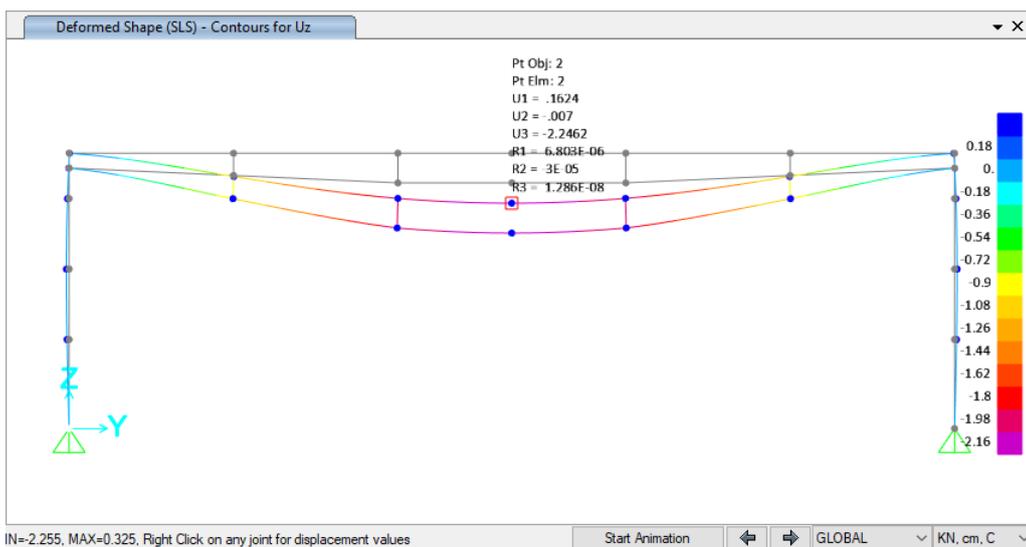


Figura 16. Deflection SLE

Nella tabella seguente sono riepilogate il rapporto tra il abbassamento rispetto ai supporti e la luce libera della campata per ogni assi, che deve essere inferiore al limite  $\Delta/L < 1/250$ , dove:

$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$  ... Abbassamento rispetto ai supporti

L ... Luce libera della campata

Tabella 4 Verifica deformazione

L (m)	$\Delta = \delta_{camp} - \delta_{sup}$ (cm)	$\Delta/L < 1/250$
11,85	0,22	$\ll 1/250$



# ALLEGATO A

## Pensilina Metallica

- Forme modali di vibrazione

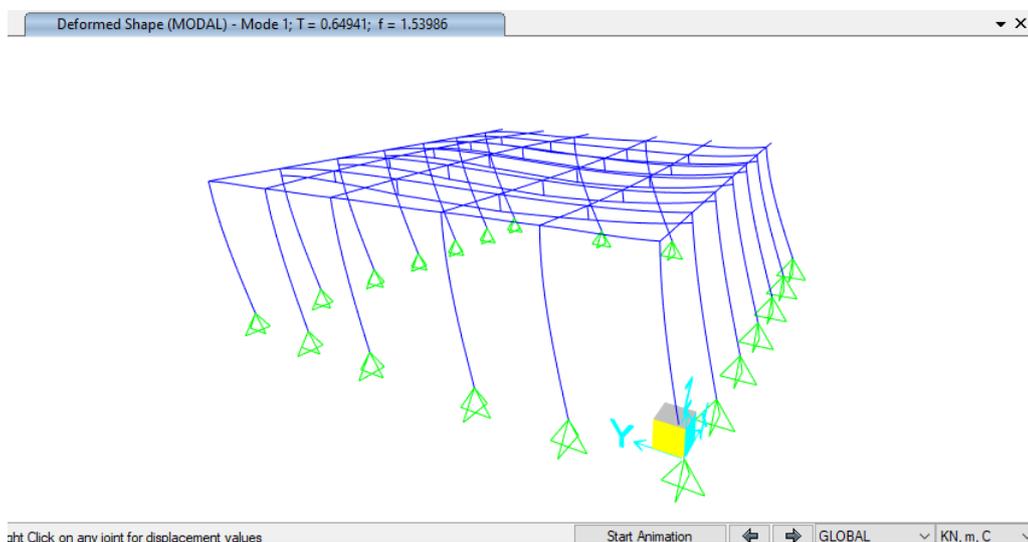


Figura 17. Modo traslazionale 1 –  $T_1=0.65$  sec.

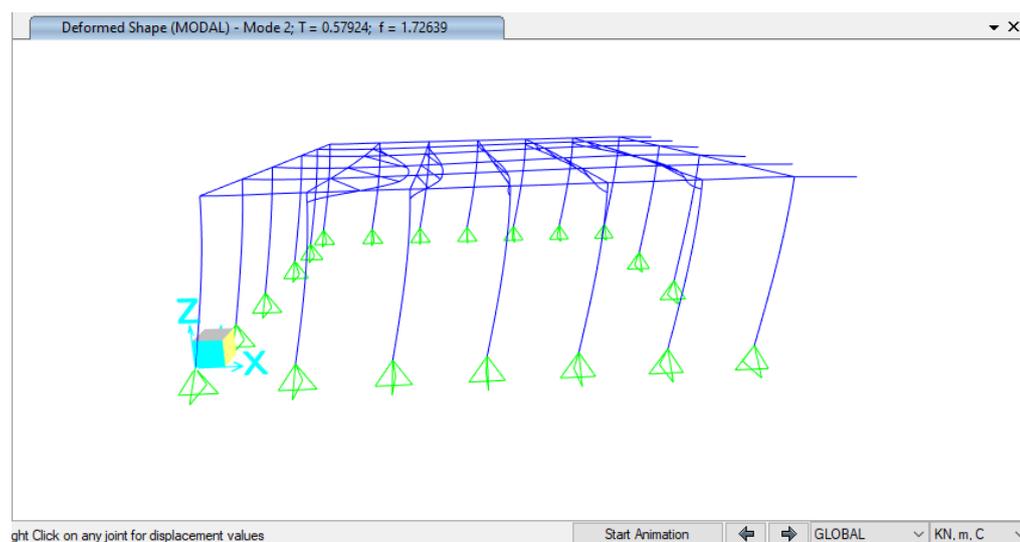


Figura 18. Modo traslazionale 2 –  $T_2=0.58$  sec.

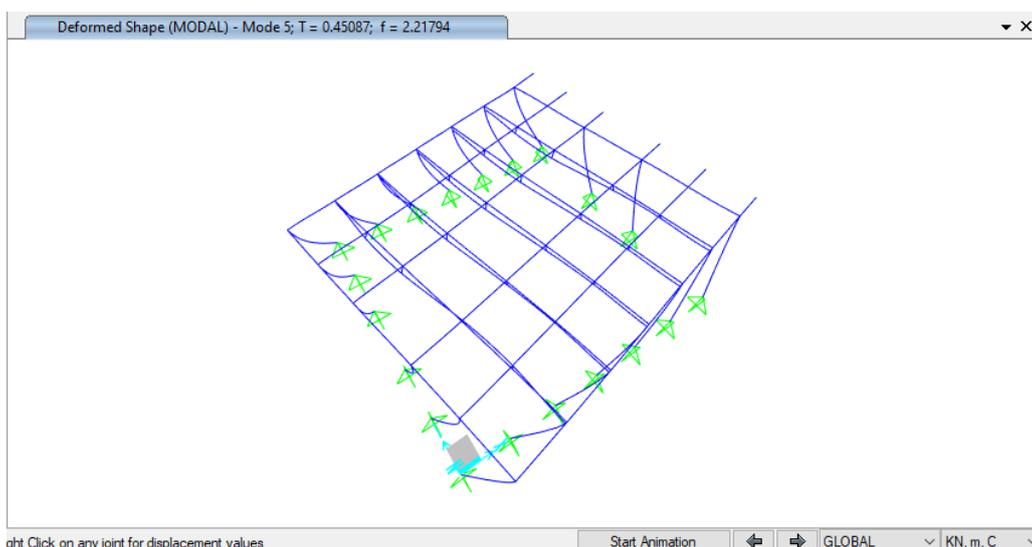


Figura 19. Modo torsionale –  $T_5=0.45$  sec.

- Rapporto di massa modale partecipante

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless											
MODAL	Mode	1	0.649	0.000	0.864	0.000	0.000	0.864	0.000	0.004	0.000	0.093	0.004	0.000	0.093
MODAL	Mode	2	0.579	0.914	0.000	0.000	0.914	0.864	0.000	0.000	0.006	0.000	0.004	0.006	0.093
MODAL	Mode	3	0.489	0.009	0.000	0.000	0.922	0.864	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.093
MODAL	Mode	4	0.480	0.020	0.000	0.000	0.943	0.864	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.093
MODAL	Mode	5	0.451	0.000	0.081	0.000	0.943	0.945	0.000	0.000	0.000	0.853	0.004	0.006	0.946
MODAL	Mode	6	0.411	0.000	0.000	0.000	0.943	0.945	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.946
MODAL	Mode	7	0.409	0.006	0.000	0.000	0.949	0.945	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.946
MODAL	Mode	8	0.391	0.003	0.000	0.000	0.952	0.945	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.946
MODAL	Mode	9	0.239	0.000	0.000	0.291	0.952	0.945	0.291	0.000	0.001	0.000	0.004	0.007	0.946
MODAL	Mode	10	0.222	0.000	0.000	0.000	0.952	0.945	0.291	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.946
MODAL	Mode	11	0.219	0.000	0.000	0.000	0.952	0.945	0.291	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.946
MODAL	Mode	12	0.180	0.000	0.000	0.000	0.952	0.945	0.291	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.946
MODAL	Mode	13	0.180	0.000	0.000	0.000	0.952	0.945	0.291	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.946
MODAL	Mode	14	0.170	0.000	0.000	0.000	0.952	0.945	0.291	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.946
MODAL	Mode	15	0.138	0.000	0.010	0.000	0.952	0.955	0.291	0.106	0.000	0.000	0.110	0.007	0.946
MODAL	Mode	16	0.137	0.005	0.000	0.001	0.957	0.955	0.292	0.000	0.096	0.000	0.110	0.103	0.946
MODAL	Mode	17	0.123	0.000	0.000	0.000	0.957	0.955	0.292	0.000	0.000	0.000	0.110	0.103	0.946
MODAL	Mode	18	0.122	0.000	0.000	0.000	0.957	0.955	0.292	0.000	0.000	0.000	0.110	0.103	0.946
MODAL	Mode	19	0.109	0.000	0.000	0.000	0.957	0.955	0.292	0.000	0.000	0.000	0.110	0.103	0.946
MODAL	Mode	20	0.107	0.000	0.000	0.000	0.957	0.955	0.292	0.000	0.000	0.000	0.110	0.103	0.946



- Diagrammi risultanti per azioni sismiche (SLV):

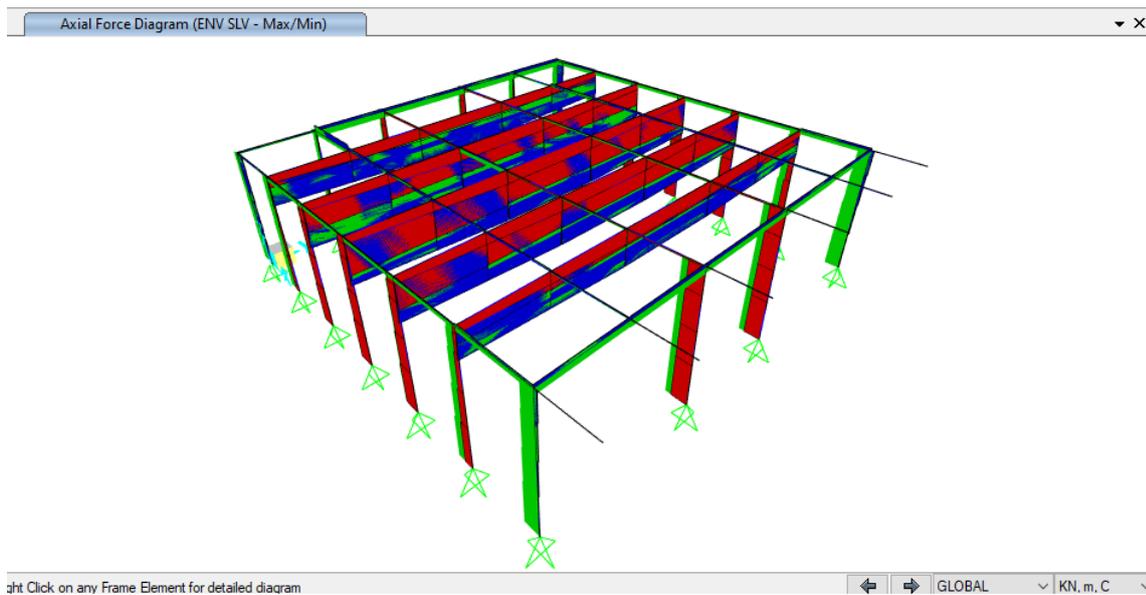


Figura 20. Involuppo di forze assiali – P

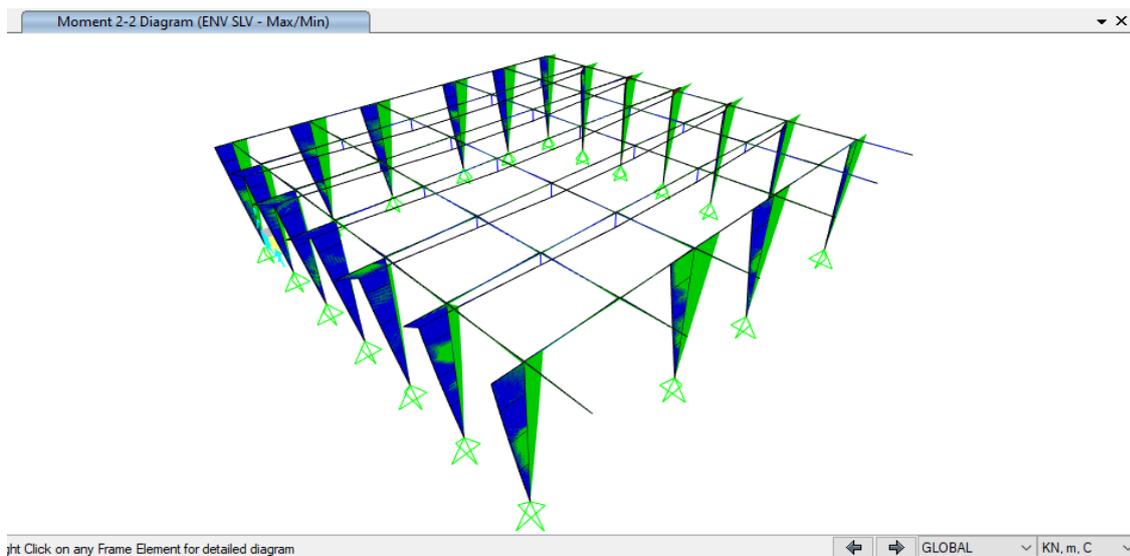


Figura 21. Involuppo di momenti flettenti - M22

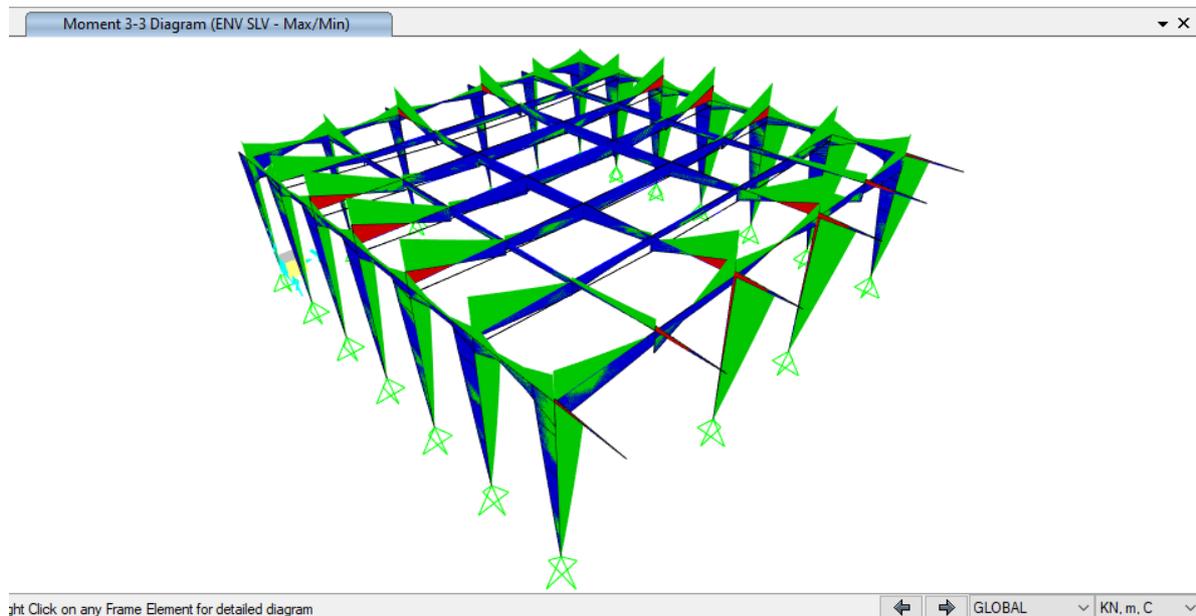


Figura 22. Involuppo di momenti flettenti – M33

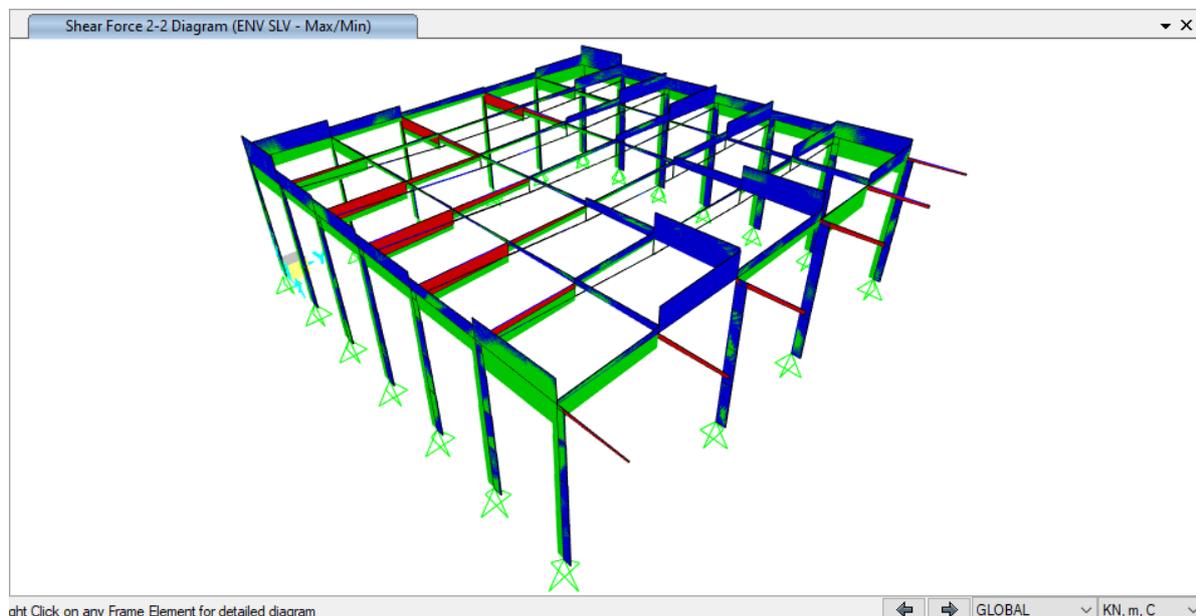


Figura 23. Involuppo del Taglio - V22

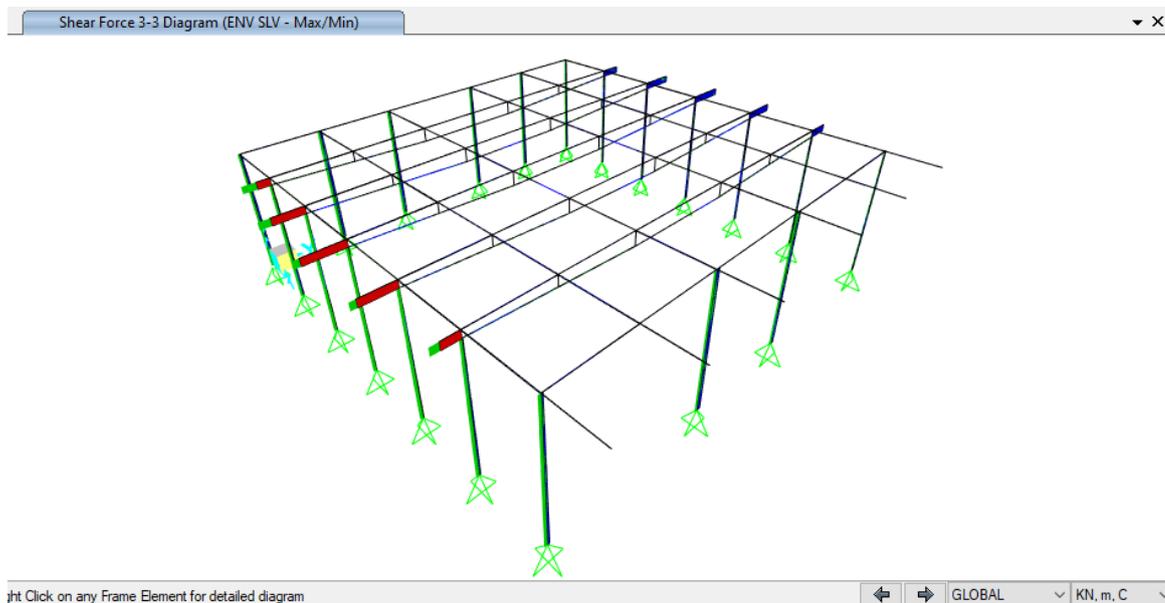


Figura 24. Involuppo del Taglio - V33

- Diagrammi risultanti per azioni vento in direzione X:

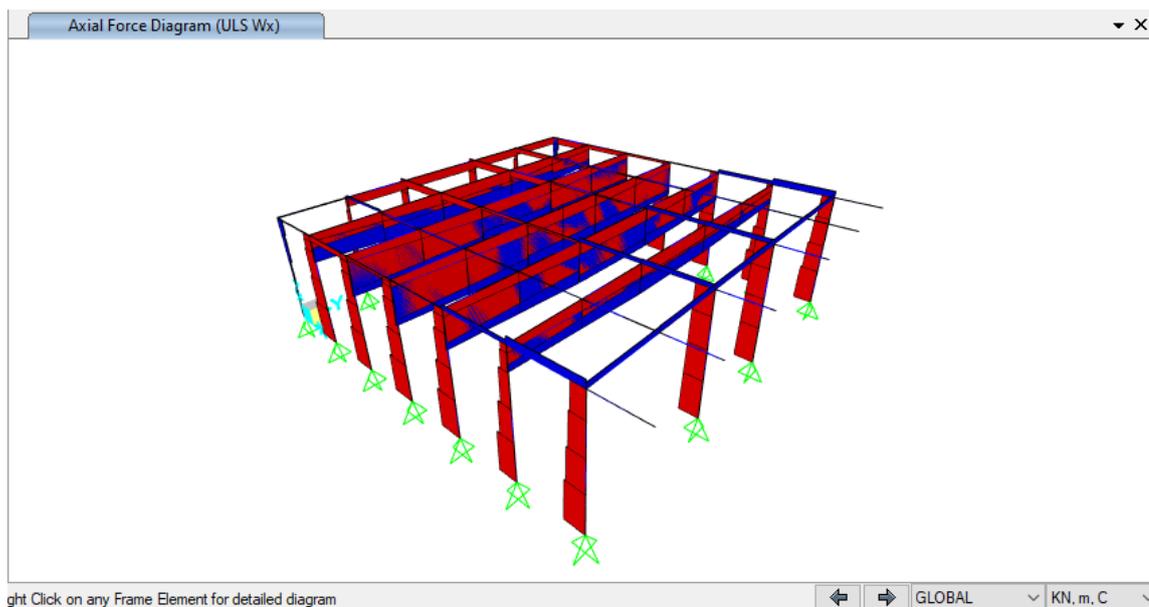


Figura 25. Involuppo di forze assiali - P

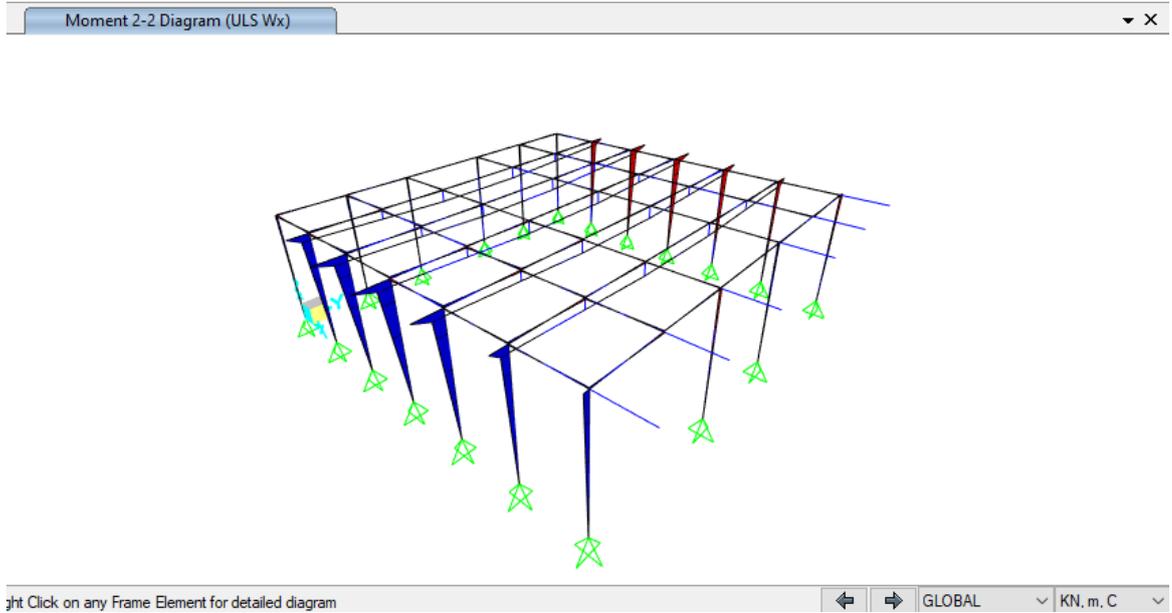


Figura 26. Involuppo di momenti flettenti - M22

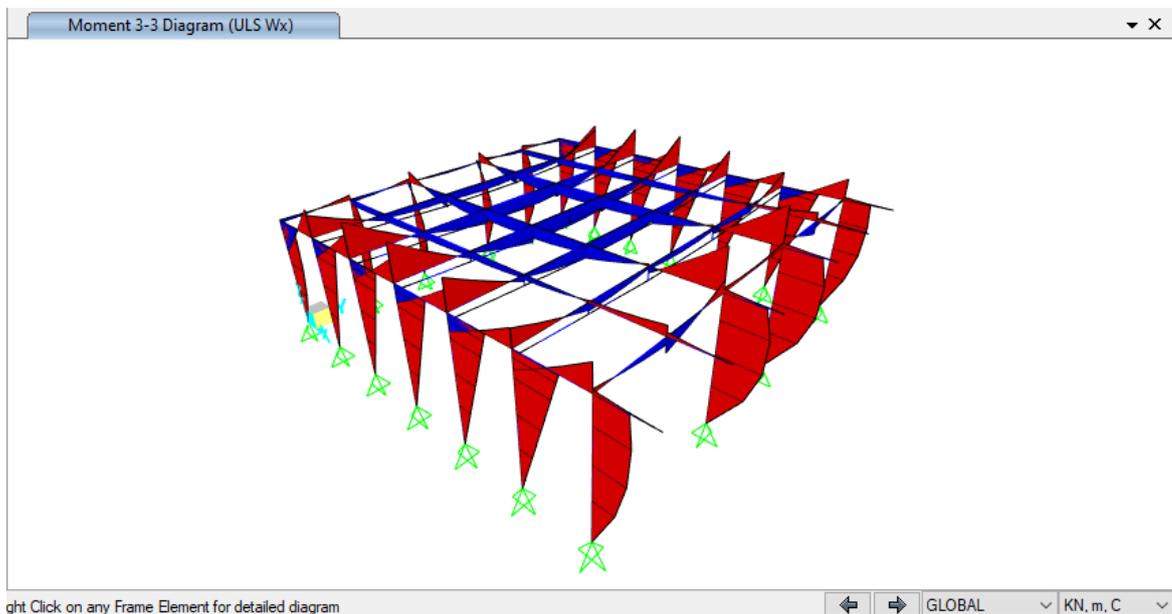


Figura 27. Involuppo di momenti flettenti – M33

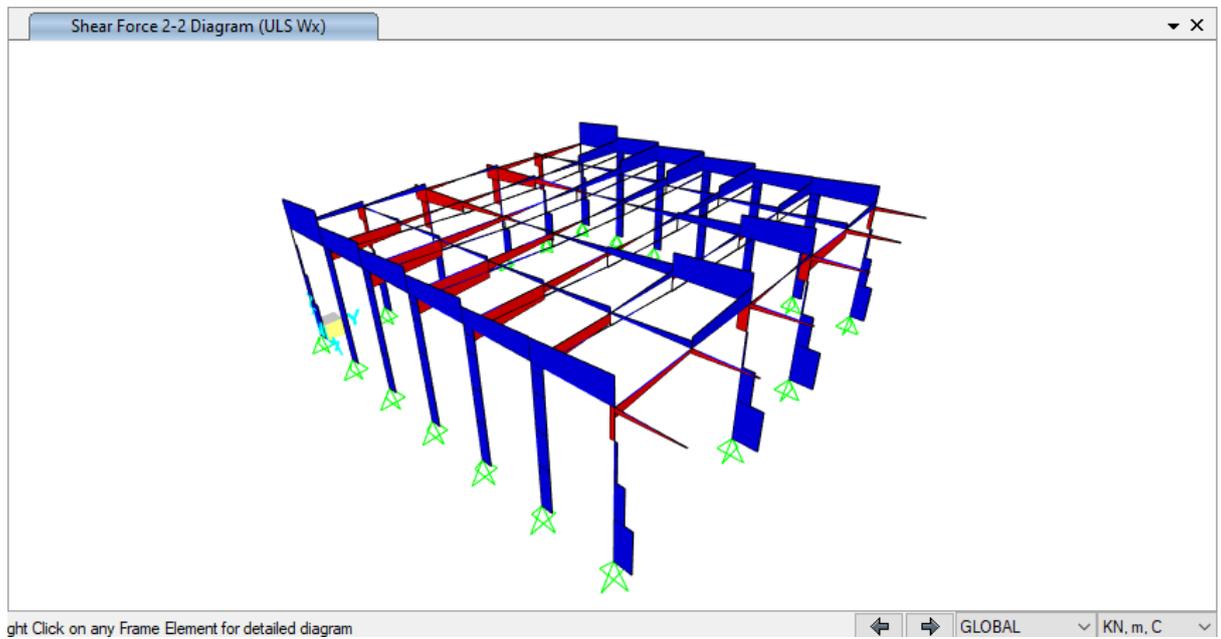


Figura 28. Inviluppo del Taglio - V22

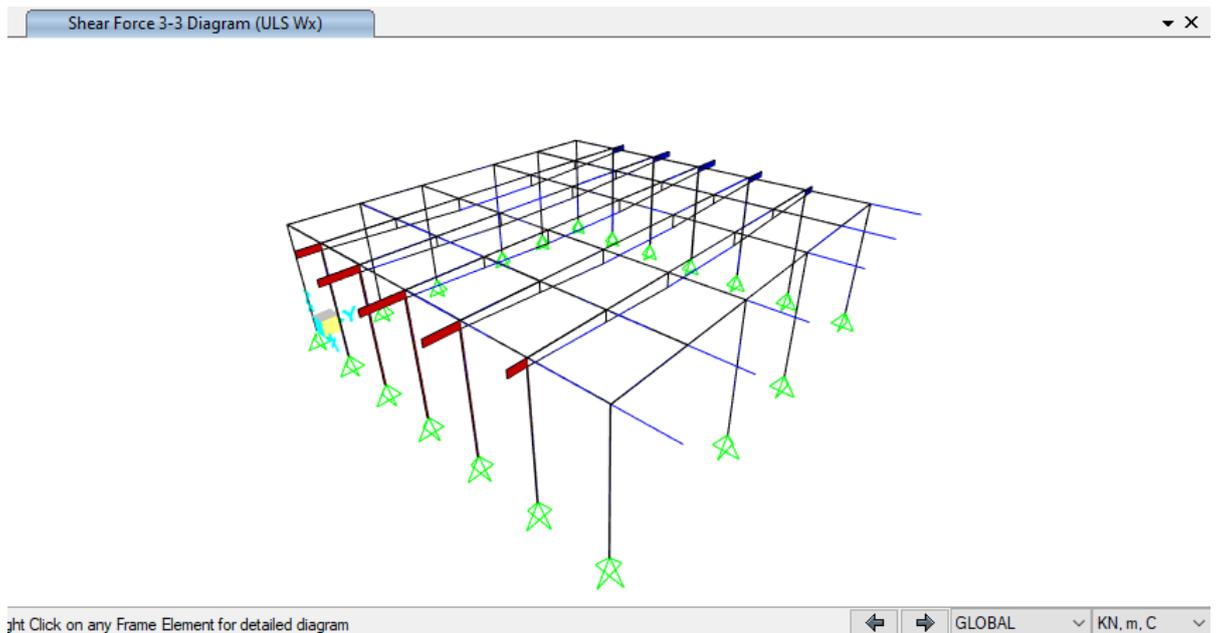
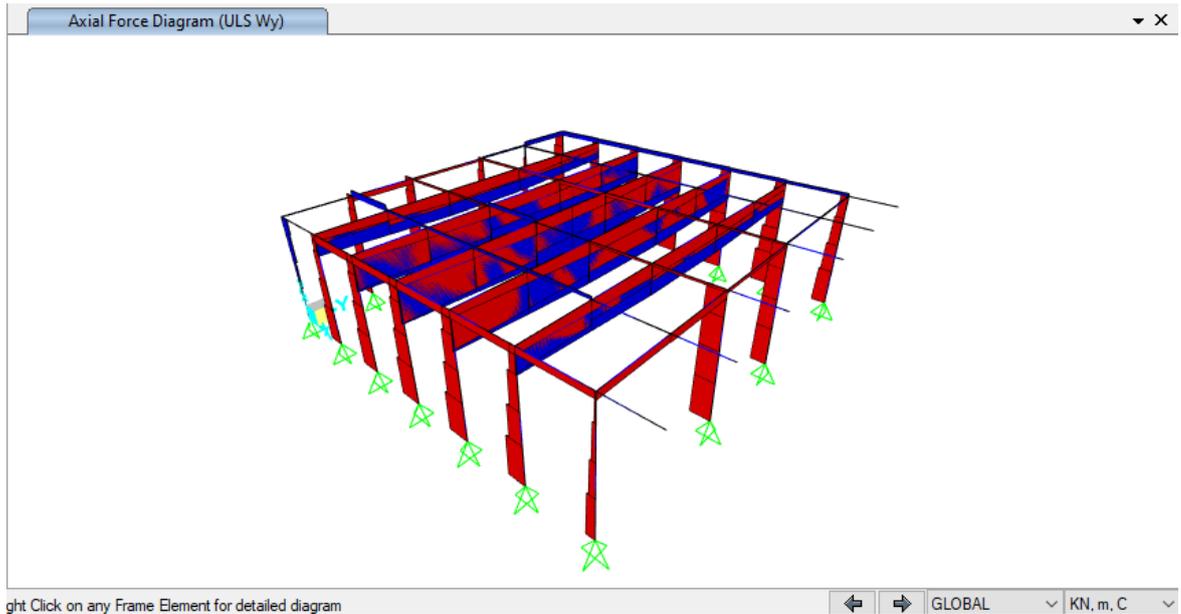


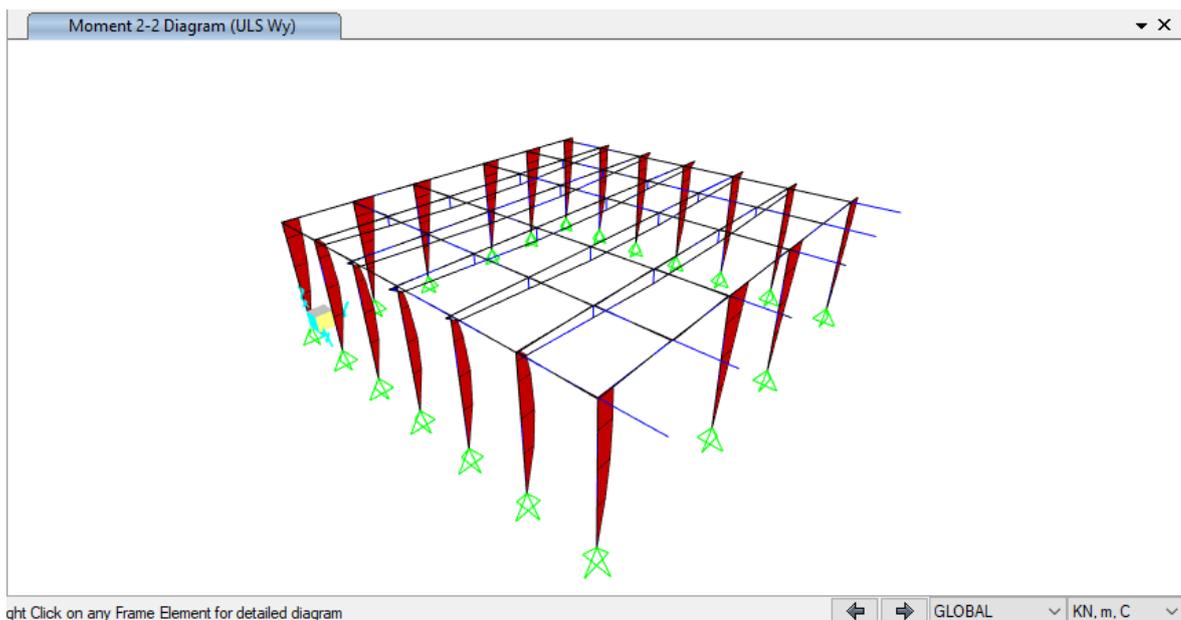
Figura 29. Inviluppo del Taglio - V33



- Diagrammi risultanti per azioni vento in direzione Y:



**Figura 30. Involuppo di forze assiali - P**



**Figura 31. Involuppo di momenti flettenti - M22**

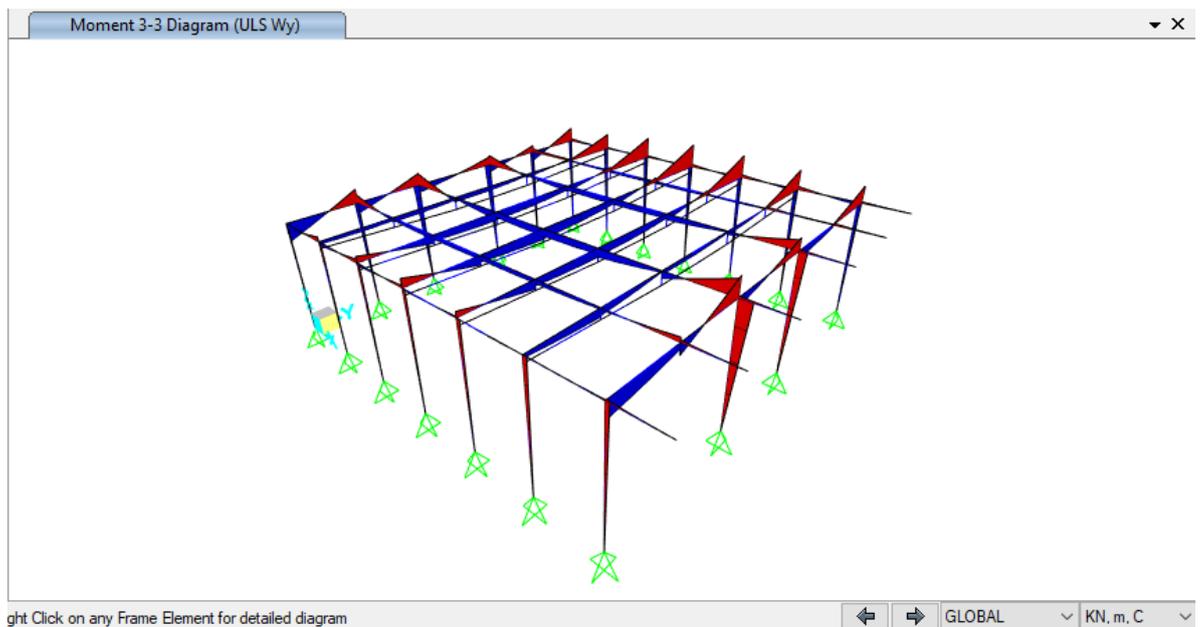


Figura 32. Involuppo di momenti flettenti - M33

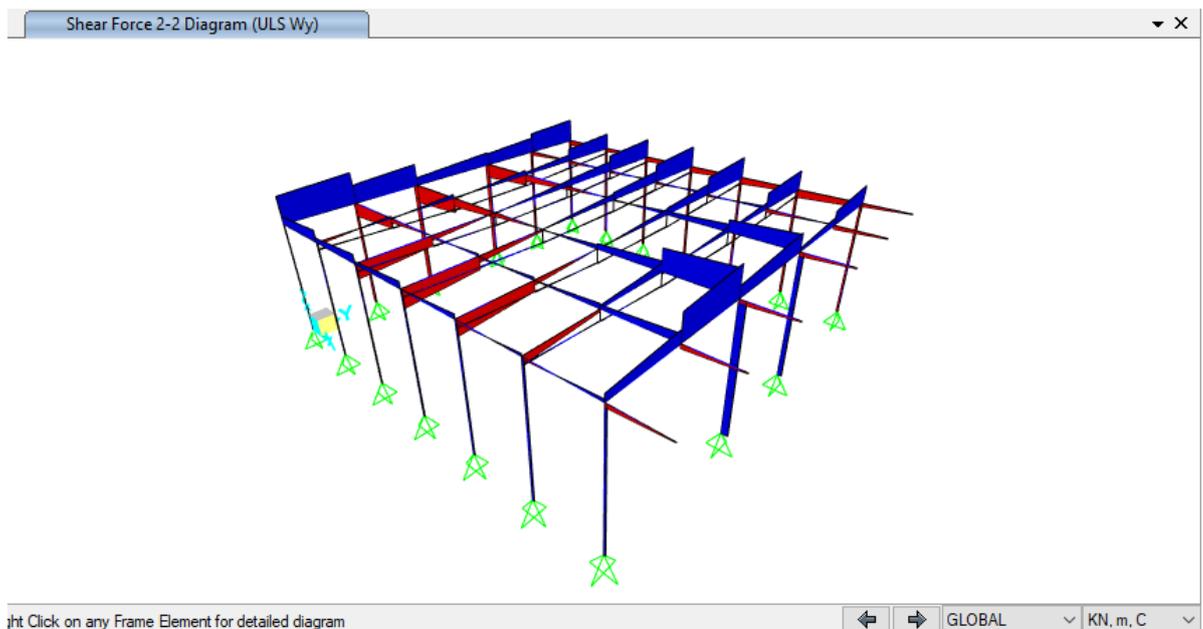
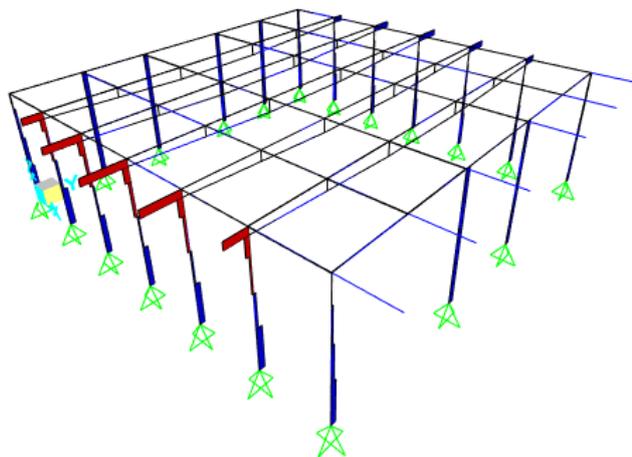


Figura 33. Involuppo del Taglio - V22



Shear Force 3-3 Diagram (ULS Wy) X

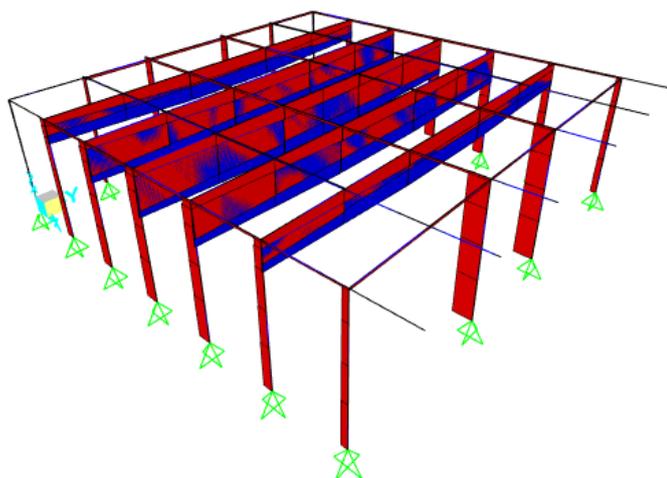


Click on any Frame Element for detailed diagram GLOBAL KN, m, C

**Figura 34. Involuppo del Taglio – V33**

- Diagrammi risultanti per azioni di neve:

Axial Force Diagram (ULS Sd) X

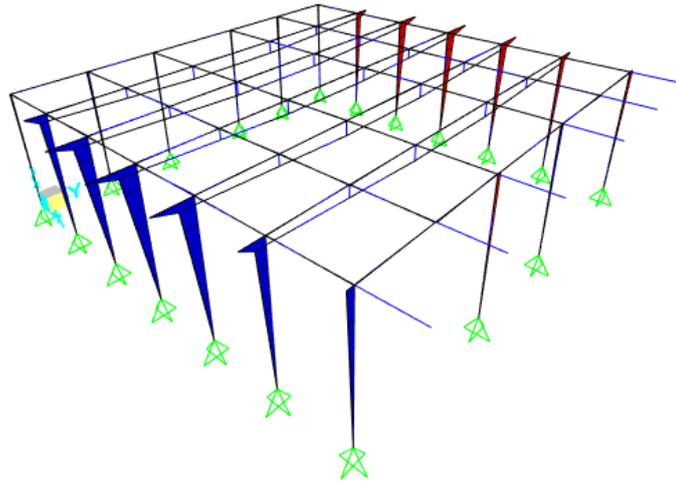


Hold down left mouse button and drag to mark zoom region GLOBAL KN, m, C

**Figura 35. Involuppo di forze assiali - P**



Moment 2-2 Diagram (ULS Sd) x

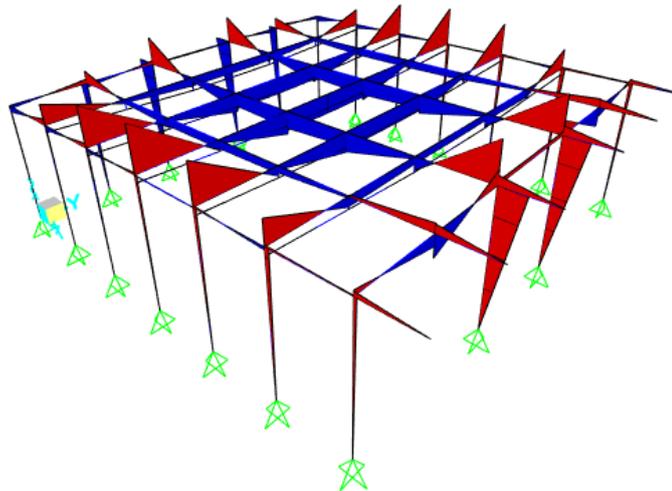


Click on any Frame Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

**Figura 36. Involuppo di momenti flettenti - M22**

Moment 3-3 Diagram (ULS Sd) x



Click on any Frame Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

**Figura 37. Involuppo di momenti flettenti - M33**

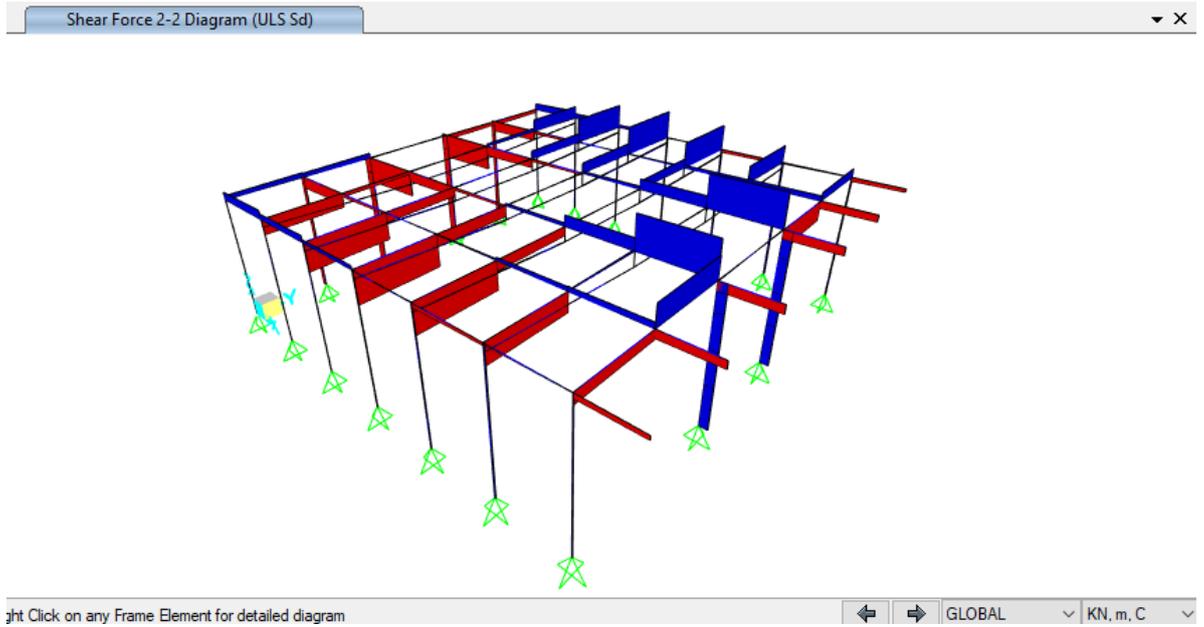


Figura 38. Inviluppo del Taglio – V22

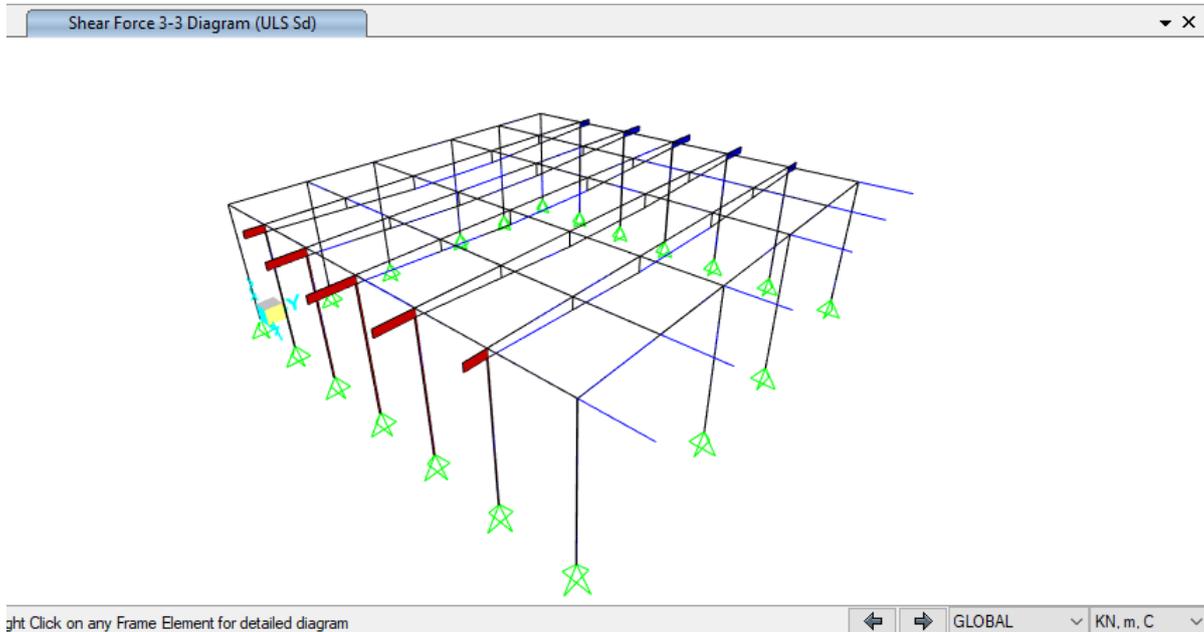


Figura 39. Inviluppo del Taglio – V33