

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. ARCHITETTURA, STAZIONI E TERRITORIO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO  
CON LA STAZIONE DI BRINDISI.**

**FV01 - STAZIONE AEROPORTO**

PENSILINA NORD - Relazione di calcolo elevazioni

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 7 K 0 0 D 4 4 C L F V 0 1 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	A. Ingletti	Dicembre 2019	M. De Vita	Dicembre 2019	T. Paolletti	Dicembre 2019	R. Marini	Dicembre 2019

ITALFER  
U.O. ARCHITETTURA STAZIONI E TERRITORIO  
Arch. Raffaele Marini  
Ordine degli Architetti C.R. n° 23119/19

File: IA7K00D44CLFV010001A.doc

n. Elab.:

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	2 di 80

## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	4
1.1	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE .....	4
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
2	DETTAGLI TECNICI.....	8
2.1	MODELLO STRUTTURALE.....	8
2.2	MATERIALI UTILIZZATI.....	12
3	ANALISI DEI CARICHI .....	13
3.1	PESO PROPRIO STRUTTURE.....	13
3.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	13
3.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE.....	14
3.1	AZIONE DELLA NEVE .....	15
3.2	AZIONE DEL VENTO .....	17
3.3	AZIONE DEL VENTO CON AZIONE AERODINAMICA PER TRAFFICO FERROVIARIO.....	23
3.4	AZIONE TERMICA.....	23
3.5	AZIONE SISMICA .....	24
3.6	CARICO ECCEZIONALE DOVUTO ALLA ROTTURA DELLA CATENARIA .....	29
3.7	CASI DI CARICO NEL MODELLO DI CALCOLO .....	30
3.8	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	31
4	VERIFICA DELLA STRUTTURA .....	38
4.1	ANALISI MODALE .....	38
4.2	DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI.....	42
4.3	VERIFICHE STRUTTURALI DI RESISTENZA DELLE MEMBRATURE .....	47
4.3.1	COLONNA HE400B.....	49
4.3.2	TRAVE PRINCIPALE IPE330 A MENSOLA DALLA COLONNA.....	51
4.3.3	TRAVE IPE330 DI COLLEGAMENTO DELLE COLONNE.....	53



**PROGETTO DEFINITIVO  
 RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
 SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	3 di 80

4.3.4	CONTROVENTI – FUNI $\Phi 32$ .....	55
4.4	VERIFICHE STRUTTURALI DI DEFORMABILITÀ DELLE MEMBRATURE IN ACCIAIO .....	56
4.5	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI DI PIANO (DRIFT) PER CONDIZIONI DI CARICO NON SISMICHE .....	60
4.6	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI DI PIANO PER CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE.....	63
5	SCARICHI COLONNE .....	65
6	VERIFICA PIASTRA DI BASE.....	74



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	4 di 80

## **1 INTRODUZIONE**

### **1.1 Descrizione delle strutture**

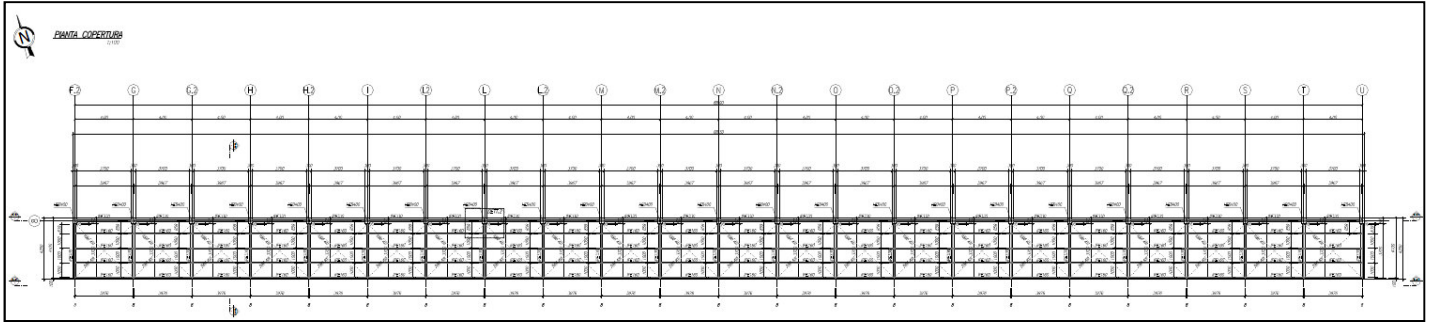
La presente relazione di calcolo ha per oggetto l'analisi e le verifiche strutturali della pensilina metallica lato Nord della stazione ferroviaria dell'aeroporto del Salento. L'intera struttura ha una copertura piana per tutto lo sviluppo.

La struttura è costituita dai seguenti profili:

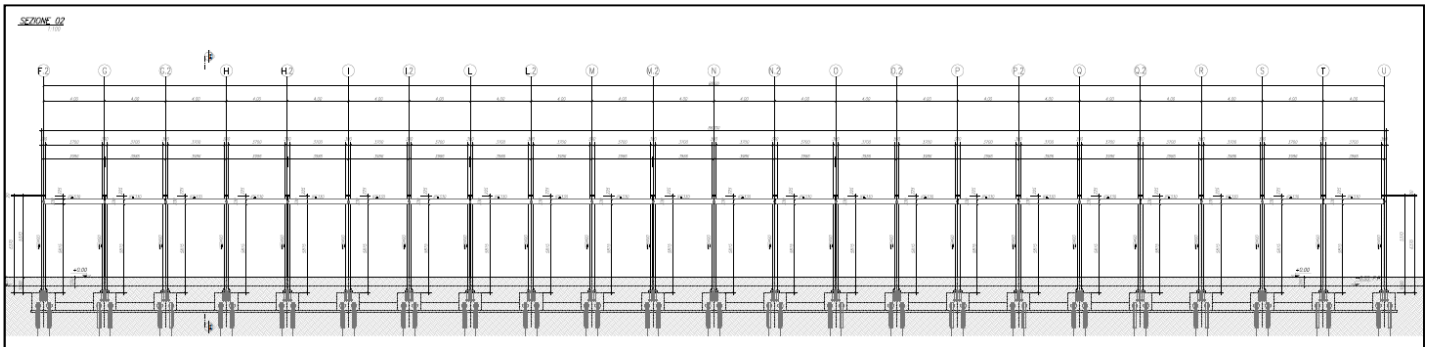
- colonne costituite da profili HE400B;
- travi di collegamento delle colonne costituite da profili IPE330;
- travi principali a sbalzo dalle colonne costituite da profili IPE330;
- controventi di copertura  $\Phi 32$ .

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	5 di 80



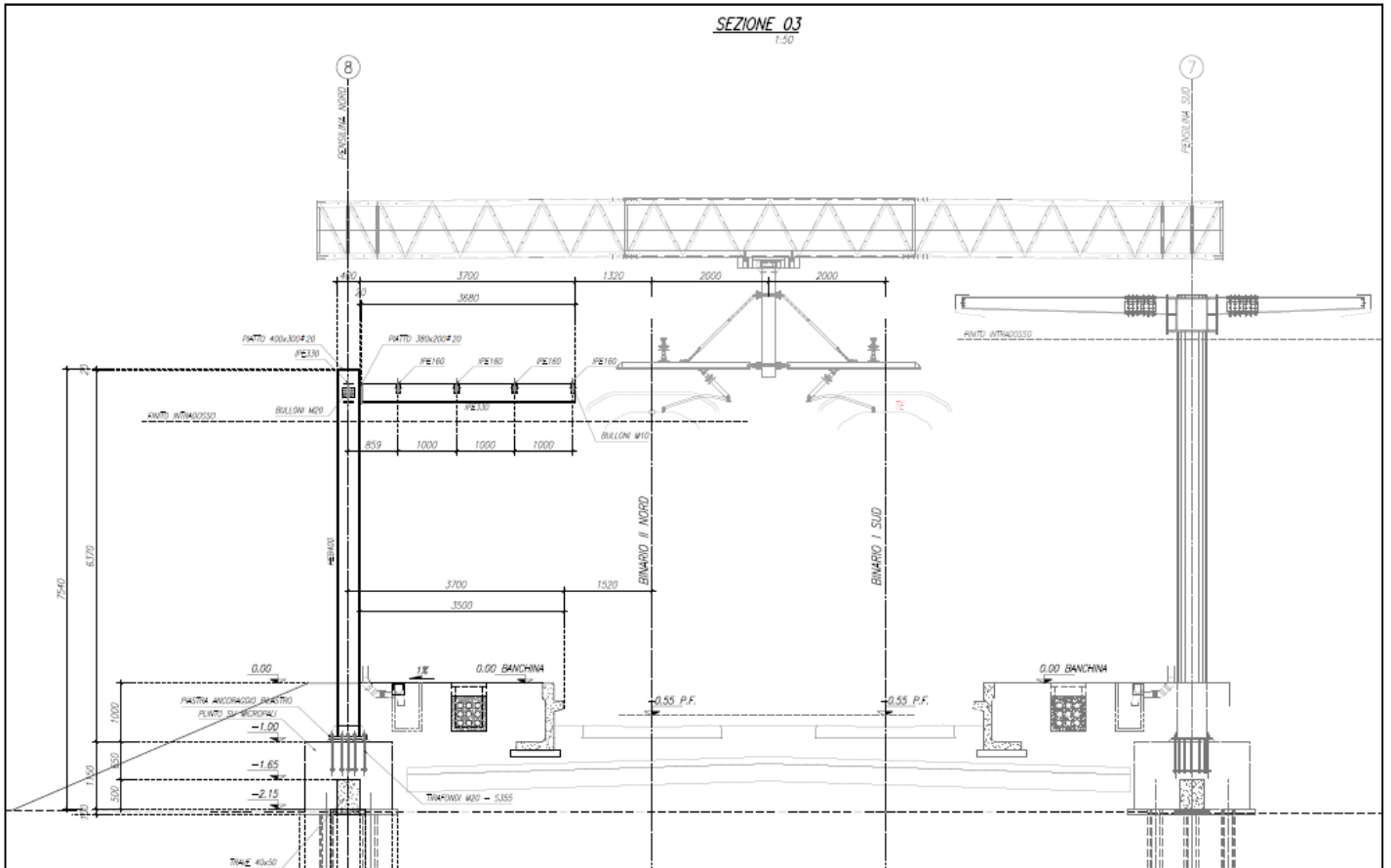
**Figura 1. Pianta carpenteria**



**Figura 2. Sezione 02 carpenteria**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	6 di 80



**Figura 3. Sezione 03 carpenteria.**

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>					
	<b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	7 di 80

## 1.2 Normativa di riferimento

La progettazione è stata svolta in conformità alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS. La normativa utilizzata è la seguente:

- “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione II – Ponti e Strutture ” (rif. RFI-DTC-SI-PS-MA-IFS-001-C);
- Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-18);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 18;
- UNI EN 1992-1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-1-8: Progettazione dei collegamenti;
- “Istruzioni per la valutazione delle azione e degli effetti del vento sulle costruzioni” – CNR-DT 207/2008.
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

## 2 DETTAGLI TECNICI

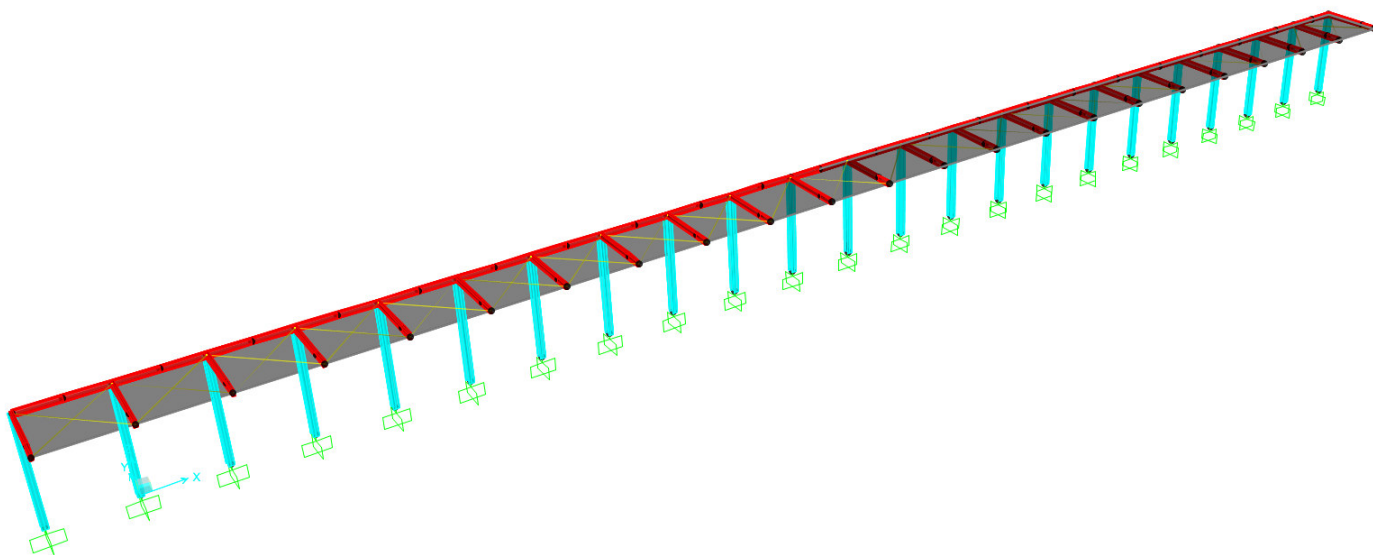
### 2.1 Modello strutturale

L'analisi della struttura in esame è stata effettuata mediante una modellazione agli elementi finiti tramite l'utilizzo del software SAP2000. La struttura è stata modellata con un modello numerico tridimensionale il cui sistema di riferimento globale prevede una terna destrorsa il cui l'asse X è orientato in direzione longitudinale e l'asse Z verticale positivo verso l'alto.

Travi, colonne e controventi sono stati modellati con elementi frame, mentre i pannelli di rivestimento mediante elementi shell none. Questi ultimi, in accordo con le orditure dei pannelli di copertura, sono stati utilizzati per la ripartizione dei carichi della copertura sulle travi principali a sbalzo dalle colonne (ad eccezione solo dell'azione del vento in copertura, di cui si assegna la risultante direttamente alle travi principali a sbalzo) mediante l'opzione uniform loads to frame nel verso dell'asse 1 degli elementi shell.

I controventi sono stati modellati con elementi frame a cui sono stati assegnati dei release di tipo M2-M3 ed un modulo elastico dimezzato. Questo espediente serve per avere riscontro nel modello numerico di ciò che realmente accade. Nella realtà, infatti, i controventi resistono solo a trazione, ma non è possibile avere tale condizione con analisi di tipo lineare, come nel caso in esame. Per questo motivo i controventi sono stati considerati reagenti sia a trazione che a compressione. Il risultato, in termini di spostamento, sarà uguale in entrambi i casi. Le verifiche di resistenza, per i controventi, sono eseguite con il doppio dello sforzo assiale agente del controvento.

Alle colonne sono stati assegnati dei vincoli di incastro alla base.

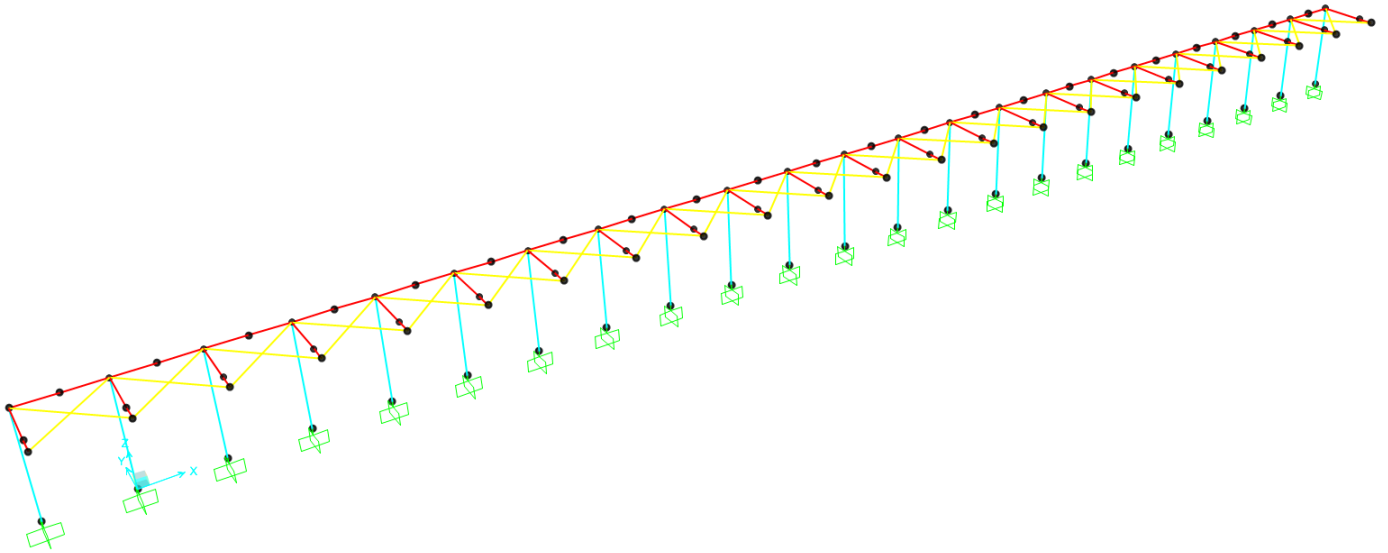


**Figura 4. Modello SAP2000 struttura – Vista estrusa**

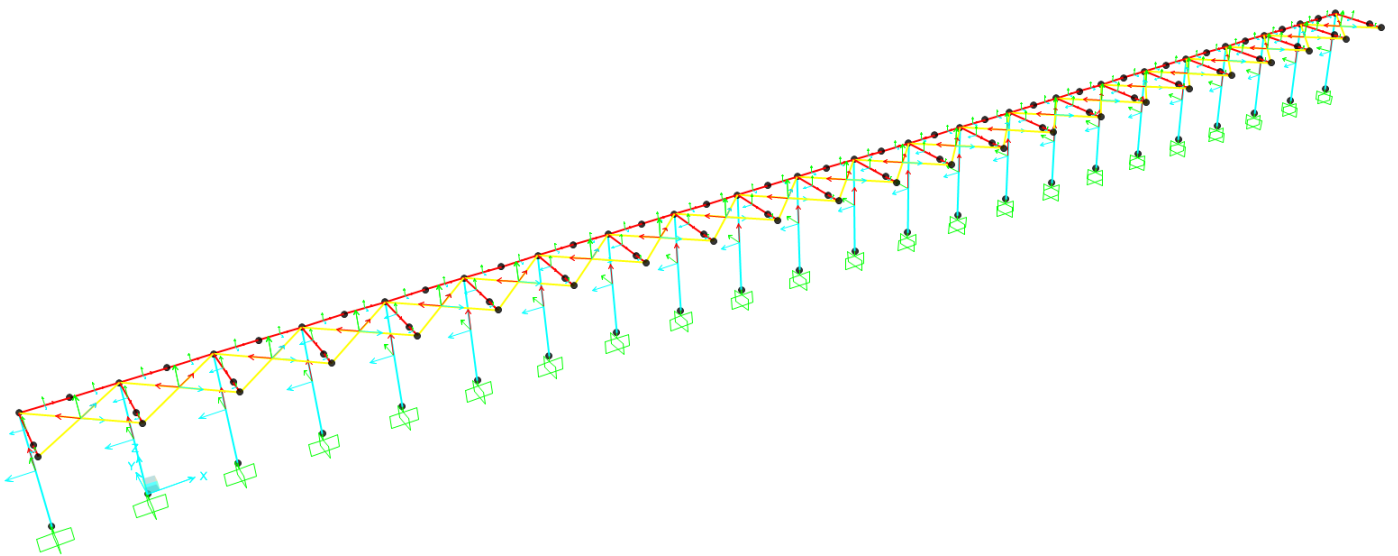


Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	9 di 80



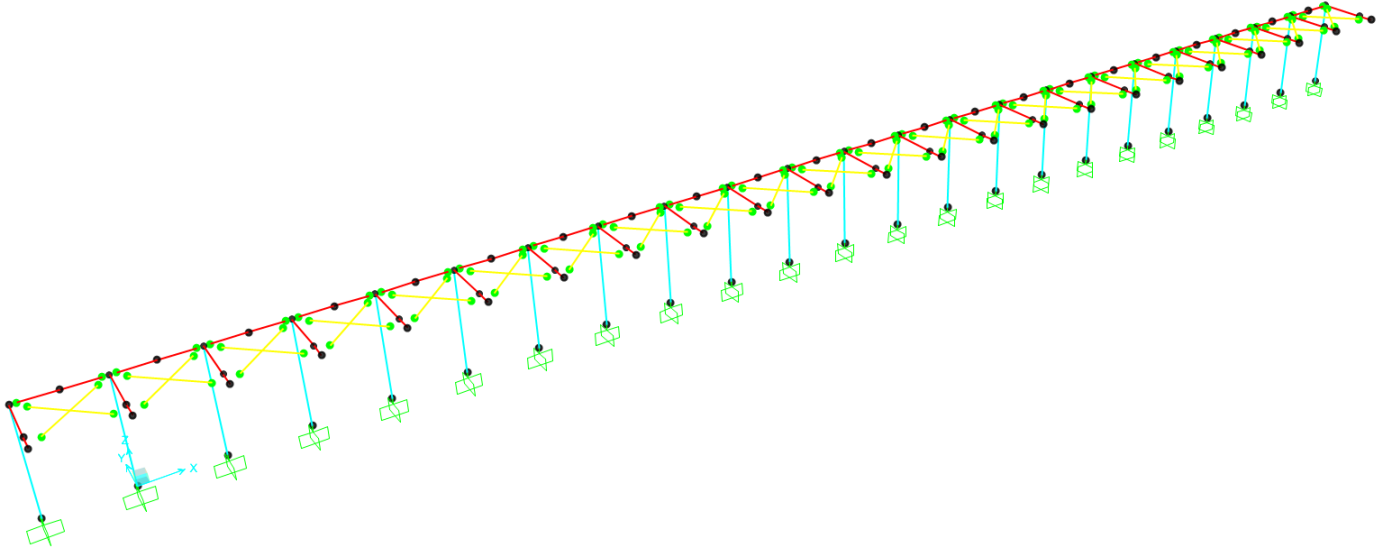
**Figura 5. Modello SAP2000 struttura**



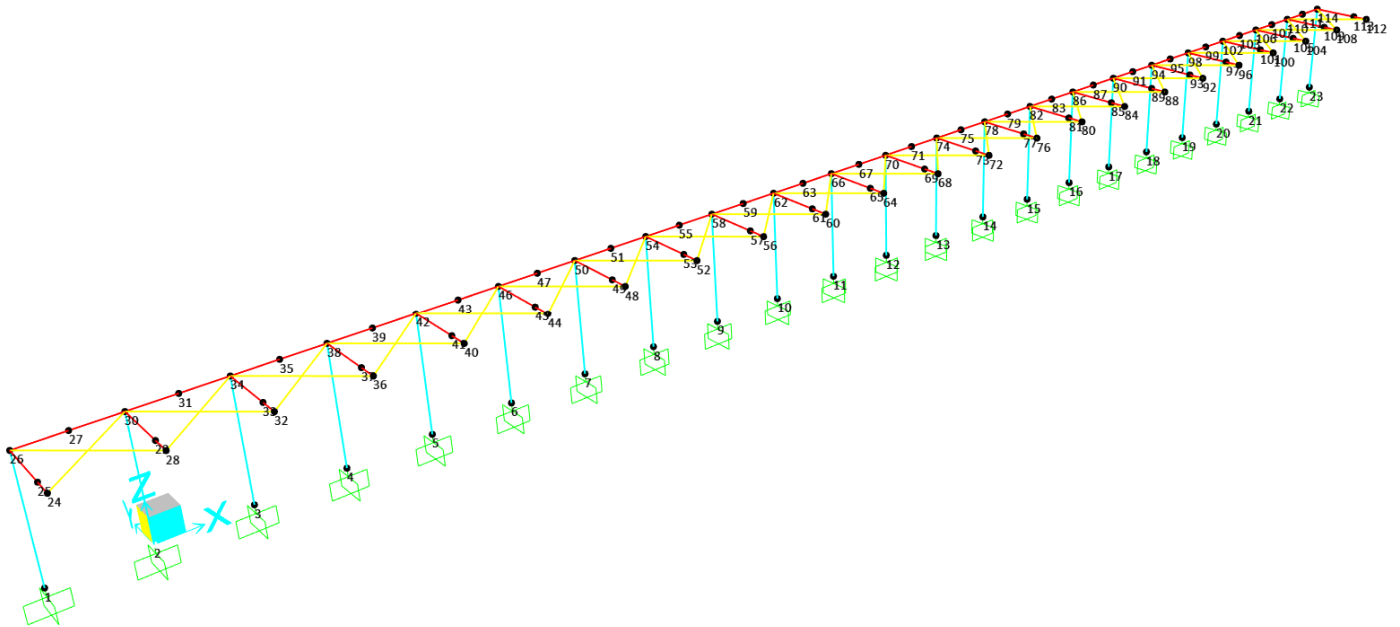
**Figura 6. Assi locali elementi frame**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	10 di 80



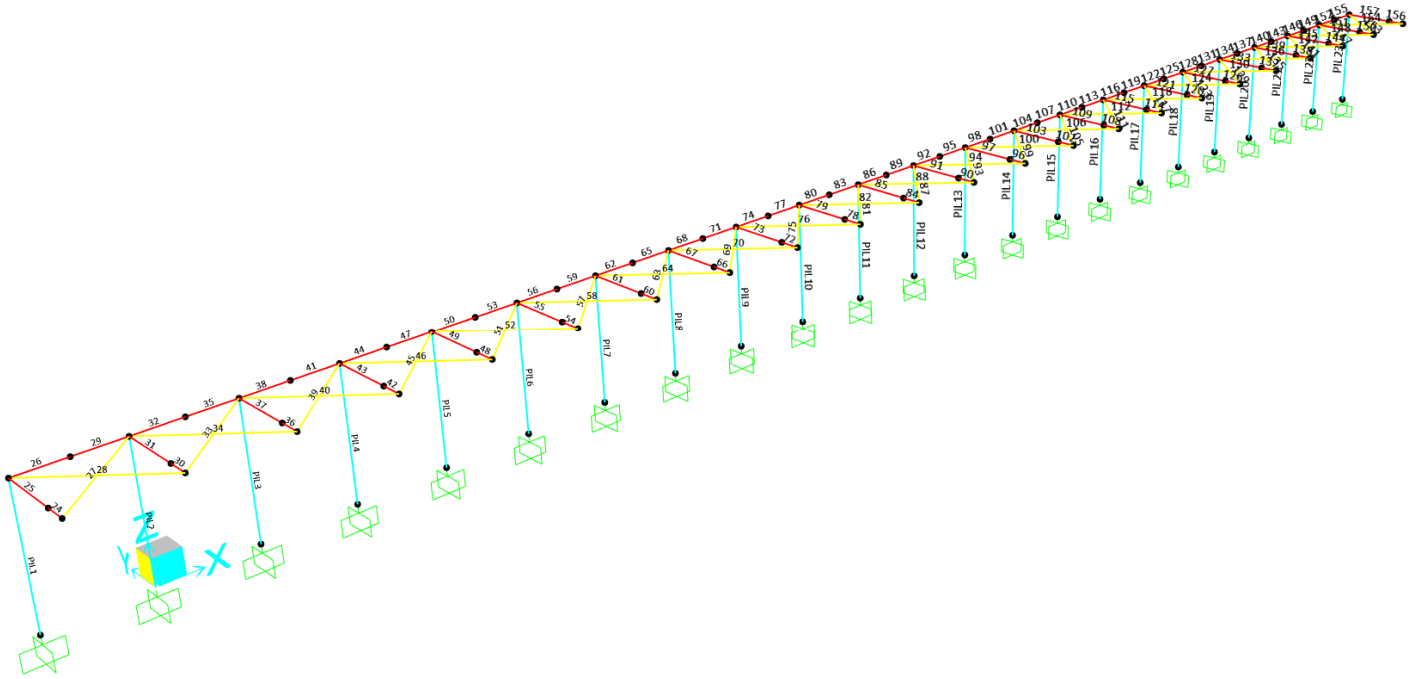
**Figura 7. Vista - svincoli assegnati**



**Figura 8. Modello SAP2000 struttura – numerazione dei nodi vista 3D**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	11 di 80



**Figura 9. Modello SAP2000 struttura – numerazione delle aste vista 3D**



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	12 di 80

## 2.2 Materiali utilizzati

### ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

**Acciaio S355 - UNI EN 10025-2 JR per profili laminati a caldo con sezione aperta,  $t \leq 4\text{mm}$**

Descrizione	Simbolo	Formula	Unità di misura	Valore	Note
Modulo elastico	$E_s$		N/mm <sup>2</sup>	210000	
Coefficiente di Poisson	$\nu$		-	0.3	
Modulo di elasticità trasversale	G	$E / [2 * (1+\nu)]$	N/mm <sup>2</sup>	80769	
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha$		1°/C	1.2E-05	Per T fino a 100°C
Densità	$\rho$		kg/m <sup>3</sup>	7850	
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk}$		N/mm <sup>2</sup>	355	
Resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk}$		N/mm <sup>2</sup>	510	
	$\gamma_{Rd}$		-	1.15	
	$\gamma_{M0}$		-	1.05	
	$\gamma_{M1}$		-	1.05	
	$\gamma_{M2}$		-	1.25	
	$\beta$		-	0.90	
	$\beta_1$		-	0.70	
	$\beta_2$		-	0.85	

### BULLONI CL. 8.8:

- Caratteristiche dimensionali conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2011
- Viti conformi alla norma UNI EN ISO 898-1:2009
- Dadi conformi alla norma UNI EN 898-2:2012
- Rosette in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40
- Piastrine in acciaio C 50 UNI EN 10083-2:2006 temperato e rinvenuto HRC 32-40

Classe bulloni	Classe dado	$f_{yb}$	$f_{tb}$	$\alpha_V$	$\gamma_{M2}$	$\gamma_{M3}$	$\gamma_{M6,ser}$	$\gamma_{M7}$
		kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>					
8.8	8	6 400	8 000	0.6	1.25	1.25	1.00	1.10

### SALDATURE

Per le caratteristiche delle saldature e le modalità di esecuzione vale quanto indicato ai paragrafi §4.2.8.2 e §11.3.4.5 delle NTC/18.

### PIASTRE DI BASE E TIRAFONDI IN ACCIAIO S355

Per le piastre di base (compresi gli irrigidimenti) e i tirafondi valgono le stesse prescrizioni fatte per l'acciaio da carpenteria riportate in precedenza.

### 3 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali dovuti ai pannelli di copertura;
- sovraccarico variabile da manutenzione;
- azione del vento;
- azione della neve;
- azione termica;
- azione sismica.

#### 3.1 Peso proprio strutture

Il peso proprio degli elementi strutturali viene calcolato automaticamente dal Sap2000 considerando il peso specifico dell'acciaio:

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3.$$

Per tener conto del peso delle unioni, nell'analisi si considera un peso proprio degli elementi incrementato del 10%.

#### 3.2 Carichi permanenti non strutturali

Il carico permanente non strutturale è pari a:

- carico associato ai pannelli di copertura:

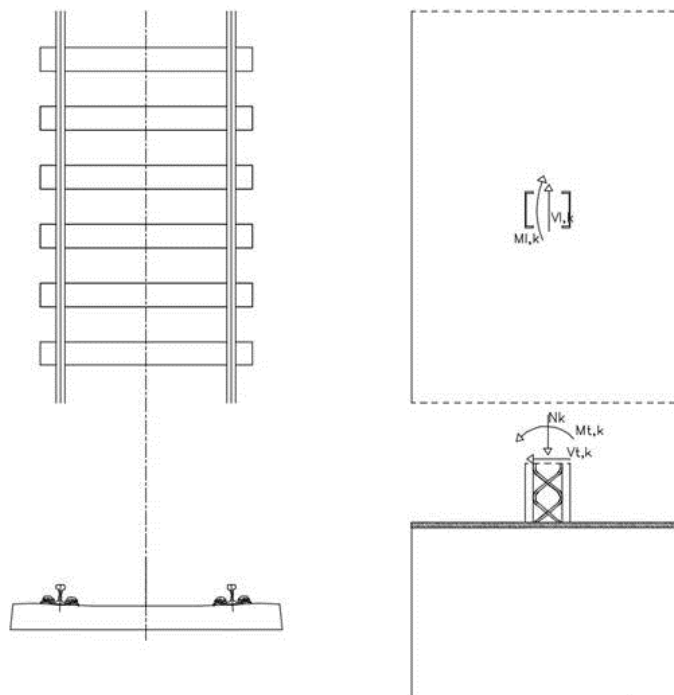
$$g_{2k} = 1.00 \text{ kN/m}^2.$$

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	14 di 80

- Carichi permanenti legati alla presenza dei pali TE, posti in testa alle colonne degli allineamenti I e O.

$N_k$ (kN)	$M_{t,k}$ (kN)	$M_{l,k}$ (kN)	$V_{t,k}$ (kN)	$V_{l,k}$ (kN)
29.00	42.00	38.00	15.00	13.50



### 3.3 Sovraccarico accidentale

Il sovraccarico accidentale considerato è quello dovuto alla manutenzione ed è pari a:

$$q_{2k} = 0.50 \text{ kN/m}^2.$$

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	15 di 80

### 3.1 Azione della neve

#### CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE – NTC 2018

○	<b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forli-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<b>Zona II</b> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	<b>Zona III</b> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

$\mu_i$  (coefficiente di forma)

$q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

$C_E$  (coefficiente di esposizione)

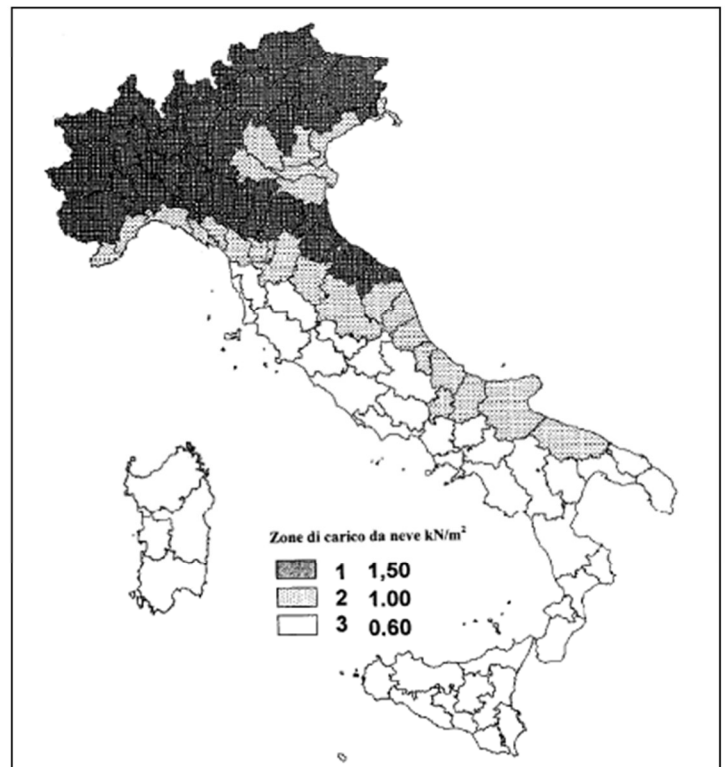
$C_t$  (coefficiente termico)

#### Valore caratteristico della neve al suolo

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	15
$q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	0.60

#### Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .



Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	16 di 80

**Coefficiente di esposizione**

Topografia	Descrizione	$C_E$
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

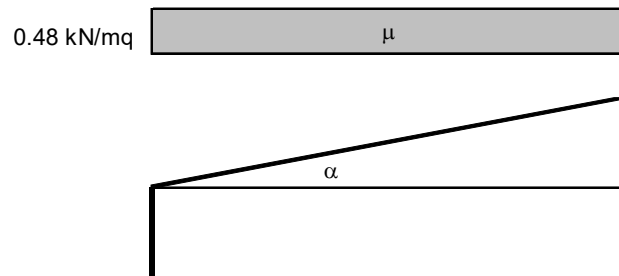
**Valore del carico della neve al suolo**

$q_s$ (carico della neve al suolo [kN/mq])	0.60
--	------

**Coefficiente di forma (copertura ad una falda)**

$\alpha$ (inclinazione falda [°])	0
-----------------------------------	---

$\mu$	0.8
-------	-----



Il sovraccarico accidentale considerato dovuto alla presenza della neve sulla copertura è quindi pari a:

$$q_{3k} = 0.48 \text{ kN/m}^2.$$



Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	17 di 80

### 3.2 Azione del vento

Per l'azione del vento sulla copertura si è fatto riferimento ai capitoli 3.3.8.2 e 3.3.8.2.1 delle NTC2018.

#### C3.3.8.2 TETTOIE

Il presente paragrafo fornisce i criteri per valutare le azioni globali del vento sulle coperture in cui lo spazio sottostante non sia delimitato in maniera permanente da pareti.

Si definisce grado di bloccaggio  $\phi$ , il rapporto tra l'area esposta al vento di un'eventuale ostruzione presente al di sotto della tettoia e l'area totale della superficie ortogonale alla direzione del vento al di sotto della tettoia (Figura C3.3.20). Si identificano due situazioni limite:

- $\phi=0$  corrisponde all'assenza di ostruzioni al di sotto della tettoia (tettoia libera);
- $\phi=1$  corrisponde alla situazione in cui lo spazio al di sotto della tettoia risulti completamente ostruito.

La condizione  $\phi=1$  è sostanzialmente diversa da quella prevista per gli edifici in quanto l'eventuale ostruzione può essere offerta anche da elementi che non delimitano completamente e permanentemente lo spazio al di sotto della tettoia.

A valle della massima ostruzione si adotta  $\phi=0$ .

Le azioni aerodinamiche esercitate dal vento sulle tettoie dipendono fortemente dal grado di bloccaggio in quanto la presenza di un'ostruzione, anche soltanto sul lato sottovento, impedisce il passaggio dell'aria al di sotto della tettoia.

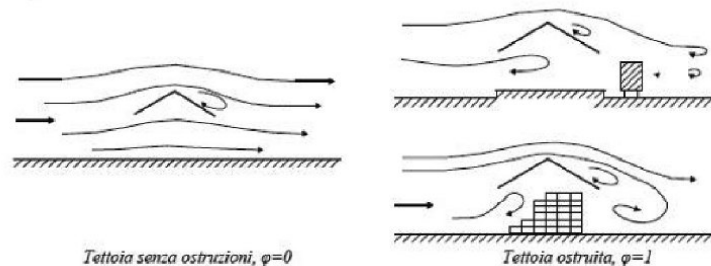


Figura C3.3.20 - Differenze nel flusso dell'aria per tettoie con  $\phi=0$  e  $\phi=1$

Il presente paragrafo schematizza l'azione del vento sulle tettoie attraverso le forze  $F$  risultanti dal campo di pressioni sulla superficie della falda della tettoia, dirette ortogonalmente ad essa. Tali forze sono quantificate dal prodotto dei coefficienti di forza,  $c_F$ , per la superficie della falda in esame e sono applicate nei punti indicati nel seguito per le varie tipologie di tettoia.

Per la valutazione più dettagliata del campo di pressione agente sulle tettoie, al fine di valutare azioni locali su elementi o su porzioni delle tettoie costituite da un singolo strato di copertura, si potrà fare riferimento a documenti di comprovata validità. La valutazione delle pressioni locali sulla faccia superiore e sulla faccia inferiore delle tettoie costituite da un doppio strato di copertura richiede valutazioni specifiche e, se necessario, lo svolgimento di prove in galleria del vento.

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	18 di 80

### C3.3.8.2.1 Tettoie a falda singola

La Tabella C3.3.XV e la relativa Figura C.3.3.21 riportano i valori dei coefficienti di forza per le tettoie a semplice falda con vento agente perpendicolarmente alla linea di colmo. I valori dei coefficienti di forza sono espressi in funzione del grado di bloccaggio  $\phi$  e dell'inclinazione  $\alpha$  della falda. Per valori intermedi di  $\phi$  è ammessa un'interpolazione lineare tra i valori relativi ai casi  $\phi=0$  e  $\phi=1$ . La quota di riferimento  $\bar{z}_e$  è pari all'altezza massima  $h$  della tettoia. L'area di riferimento  $L^2$ , ossia l'area su cui è applicata la forza risultante, è pari all'area della tettoia.

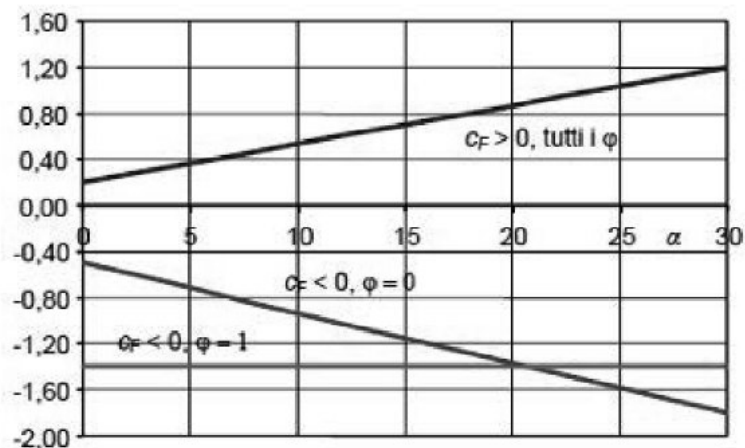
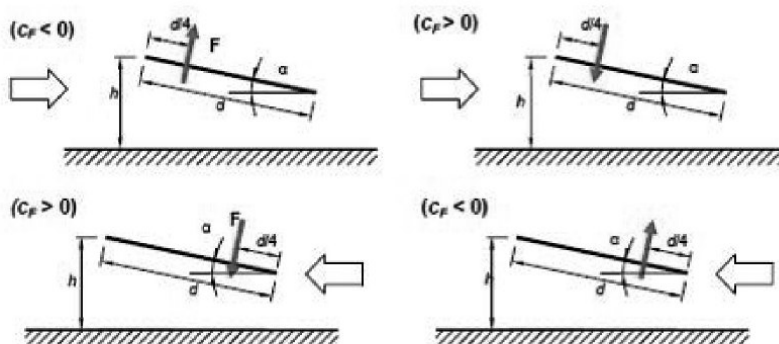


Figura C3.3.21 - Coefficienti di pressione complessiva per tettoie a semplice falda

Tabella C3.3.XV - Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda ( $\alpha$  in  $^\circ$ ).

Valori positivi	Tutti i valori di $\phi$	$c_F = +0,2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\phi = 0$ $\phi = 1$	$c_F = -0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30$ $c_F = -1,4$

Per il calcolo della tettoia si considerano le condizioni di carico più gravose tra le quattro indicate nella Figura C3.3.22, dove la forza risultante  $F = q_p(z) L^2 c_F$



Tettoie a semplice falda: posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza

Figura C3.3.22

Le tettoie a semplice falda con vento agente parallelamente alla linea di colmo possono essere analizzate, in prima approssimazione, come tettoie piane a semplice falda ( $\alpha = 0^\circ$ ).

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	19 di 80

Si considera il caso peggiore che corrisponde alla presenza del treno in stazione, che costituisce un'ostruzione al di sotto della tettoia la cui sagoma si assume in accordo al capitolo 5.2.2.4.1 delle NTC2018 come una superficie piana continua alta 4m dal piano dal ferro, indipendentemente dal numero di treni presenti.

Sia per il caso di vento in pressione sulla tettoia ( $c_F > 0$ ) che per quello di vento in depressione sulla tettoia ( $c_F < 0$ ) si considera inoltre il caso peggiore di forza statica equivalente applicata ad un quarto dall'estremità libera della tettoia, che genera le massime sollecitazioni e i massimi spostamenti nelle travi principali a sbalzo.

Nel seguito si riporta il calcolo dell'azione del vento.

Si determina innanzitutto il valore della pressione del vento a meno del coefficiente di pressione secondo NTC2018.

### CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO - NTC 2018

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
3	27	500	0.37
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	15		
$T_R$ (Tempo di ritorno)	50		
$v_b = v_{b,0} \cdot c_a \quad c_a = 1 \text{ per } a_s \leq a_0$ $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$			
$v_b$ ( $T_R = 50$ anni)	27.00		
$c_r$	1.00		
$v_r = v_b \cdot c_r$ [m/s]	27.00		



$p$ (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
$q_b$ (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
$c_e$ (coefficiente di esposizione)
$c_p$ (coefficiente di forma)
$c_d$ (coefficiente dinamico)

#### Pressione cinetica di riferimento

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

$q_r$ [N/mq]	455.63
--------------	--------

#### Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

#### Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

#### Coefficiente di esposizione



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	20 di 80

Classe di rugosità del terreno

D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,.....)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
3	D	15

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Cat. Esposiz.	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_t$
II	0.19	0.05	4	1

$c_t$	=	1.00	-	Coefficiente di topografia
$c_d$	=	1.00	-	Coefficiente dinamico
$c_e$	=	2.07	-	Coefficiente di esposizione
$q_p = 0.5 \rho v_r^2 c_e$	=	0.95	kN/m <sup>2</sup>	Pressione cinetica di picco C3.2.7 CNR DT207 2008
$p^* = p/c_p = q_r c_e c_d$	=	0.95	kN/m <sup>2</sup>	Pressione del vento con $c_p$ unitario

La pressione del vento a meno del coefficiente  $C_p$  vale quindi 0.95 kN/m<sup>2</sup>.

Si riporta di seguito il calcolo dei coefficiente di pressione, determinato in accordo a:

- il paragrafo C3.3.8.2 della Circolare 7/2019 delle NTC 2018 per i pannelli di copertura;
- il paragrafo G.10.5 della CNR-DT 207/2008 per le colonne.

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	21 di 80

**Pressione in copertura - C3.3.8.2 CIR. NTC2018**

$H_{\text{treno da p.f.}}$	=	4.00	m	Altezza sagoma treno dal piano del ferro
$H_{\text{ost}}$	=	4.45	m	Altezza totale ostruzione considerata (banchina + sagoma treno)
$H_{\text{lib}}$	=	5.66	m	Altezza libera sotto la copertura (assunta fino ad intradosso travi principali)
$L_x = d$	=	4.00	m	Lunghezza falda
$n^\circ$	=	1.00	-	Numero falde
$\varphi = H_{\text{ost}}/H_{\text{lib}}$	=	0.79	-	Grado di bloccaggio
$\alpha$	=	0.00	°	Inclinazione falde sull'orizzontale
$C_{F+}$	=	0.20	-	Coefficiente di forza per falda sopravento (+)
$p_+ = q_r C_{F+}$	=	0.19	kN/mq	Pressione per falda sopravento (+)
$L_{y,\text{cen}}$	=	4.00	m	Lunghezza falda in direzione trasversale, campate centrali
$F_{+,\text{cen}} = q_r L_x L_{y,\text{cen}} C_{F+}$	=	3.03	kN	Forza di pressione per falda sopravento (+), campate centrali
$L_{y,\text{lat}}$	=	2.00	m	Lunghezza falda in direzione trasversale, campate laterali
$F_{+,\text{lat}} = q_r L_x L_{y,\text{lat}} C_{F+}$	=	1.51	kN	Forza di pressione per falda sopravento (+), campate laterali
$d/4 = L_x/4$	=	1.00	m	Distanza punto di applicazione forza dall'estremo libero per tutte le campate
$C_{F-}$	=	-1.20	-	Coefficiente di forza per falda sottovento (-)
$p_- = q_r C_{F-}$	=	-1.13	kN/mq	Pressione per falda sottovento (-)
$L_{y,\text{cen}}$	=	4.00	m	Lunghezza falda in direzione trasversale, campate centrali
$F_{-,\text{cen}} = q_r L_x L_{y,\text{cen}} C_{F-}$	=	-18.09	kN	Forza di pressione per falda sottovento (-), campate centrali
$L_{y,\text{lat}}$	=	2.00	m	Lunghezza falda in direzione trasversale, campate laterali
$F_{-,\text{lat}} = q_r L_x L_{y,\text{lat}} C_{F-}$	=	-9.05	kN	Forza di pressione per falda sottovento (-), campate laterali
$d/4 = L_x/4$	=	1.00	m	Distanza punto di applicazione forza dall'estremo libero per tutte le campate

**Pressione sui pilastri - C3.3.4 CNR DT207 2008**

	=	HE	-	Tipologia di profilo
$d_x$	=	352.00	mm	Diametro tubolare o altezza anima
$\alpha$	=	0.00	°	Inclinazione direzione del vento rispetto all'orientamento del profilo
$C_{p,x}$	=	1.60	-	Coefficiente di pressione in direzione x
$p_x = C_{p,x} p^*$	=	1.51	kPa	Pressione in direzione x
$F_{v,x} = p_x d$	=	0.53	kN/m	Forza applicata in direzione x
$d_y$	=	300.00	mm	Diametro tubolare o larghezza ala
$\alpha$	=	90.00	°	Inclinazione direzione del vento rispetto all'orientamento del profilo
$C_{p,y}$	=	1.90	-	Coefficiente di pressione in direzione y
$p_y = C_{p,y} p^*$	=	1.80	kPa	Pressione in direzione y
$F_{v,y} = p_y d$	=	0.54	kN/m	Forza applicata in direzione y

A favore di sicurezza si assume un carico agente sulle colonne dovuto alla pressione del vento di 1 kN/m in entrambe le direzioni orizzontali.

Relazione di calcolo

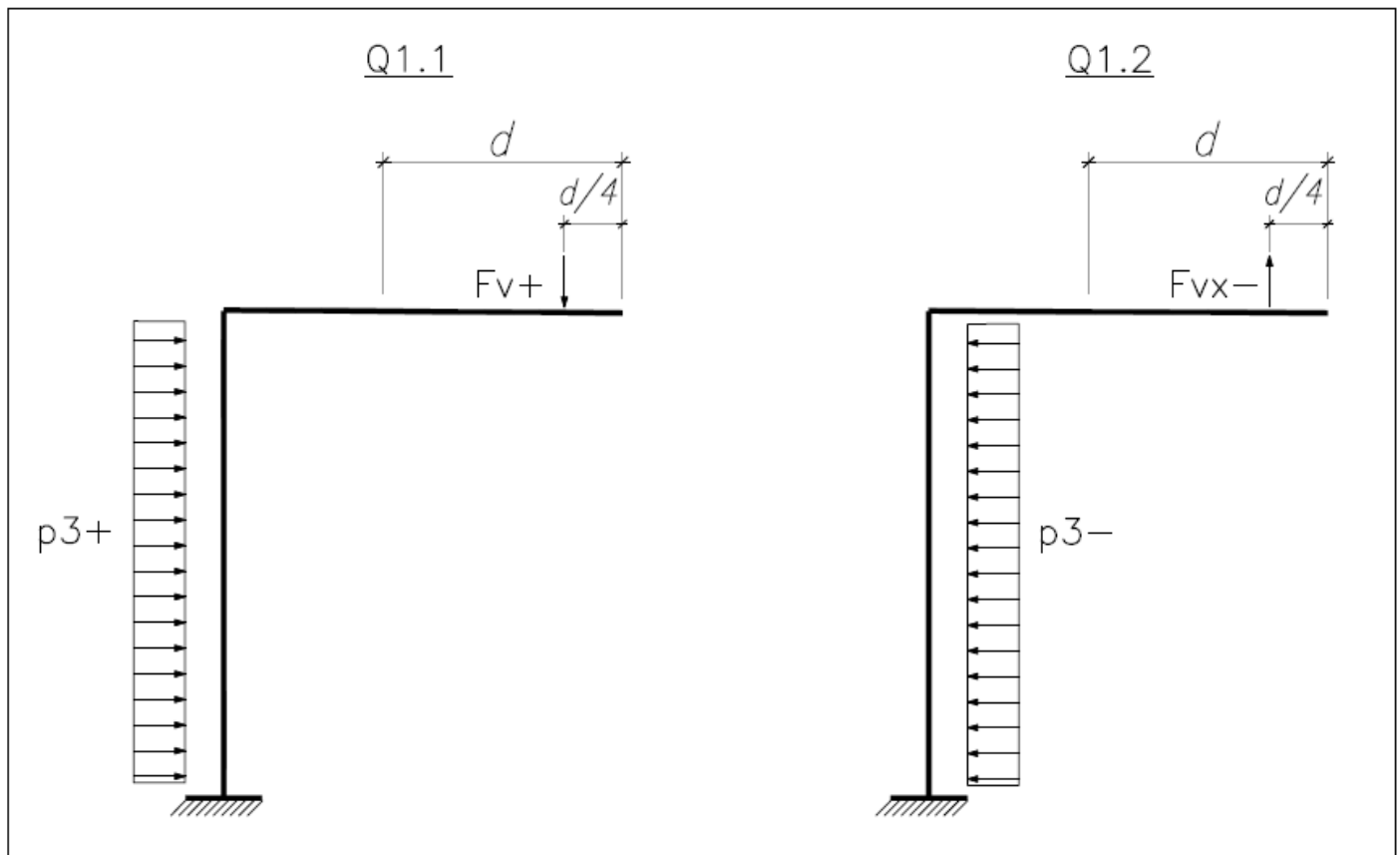
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	22 di 80

Gli scenari di carico da vento considerati sono:

1. Vento in pressione sull'intera superficie di copertura orizzontale (Q1.1);
2. Vento in depressione sull'intera superficie di copertura orizzontale (Q1.2).

Per ogni scenario si considera anche la pressione del vento sulle colonne nelle due direzioni orizzontali di modo da massimizzare le azioni sulle colonne stesse.

Gli scenari considerati sono rappresentati nella figura che segue.





<b>PROGETTO DEFINITIVO RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>						
<b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>						
Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	23 di 80

### 3.3 Azione del vento con azione aerodinamica per traffico ferroviario

Date le modeste velocità del traffico ferroviario in stazione, si trascura il carico aggiuntivo dovuto all'effetto aerodinamico causato dal passaggio del treno.

### 3.4 Azione termica

In accordo con il paragrafo 3.5.5 delle NTC 2018, relativamente al caso di strutture in acciaio esposte, è stata considerata un'azione termica uniforme pari a:

$$\Delta T = \pm 25^{\circ}C$$

Tale azione è stata applicata in combinazione alle altre azioni.

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	24 di 80

### 3.5 Azione sismica

Si riporta il calcolo dell'azione sismica secondo le modalità previste dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17 gennaio 18".

In base alla collocazione geografica del sito più gravoso si ritrovano i seguenti valori della griglia dei dati sismici:



**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate  
LONGITUDINE: 17.92075 LATTITUDINE: 40.86533

Ricerca per comune  
REGIONE: Piemonte PROVINCIA: Torino COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche:  
Grafici spettri di risposta  
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:  
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:  
 Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

Interpolazione:  
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Ed i relativi parametri caratteristici:

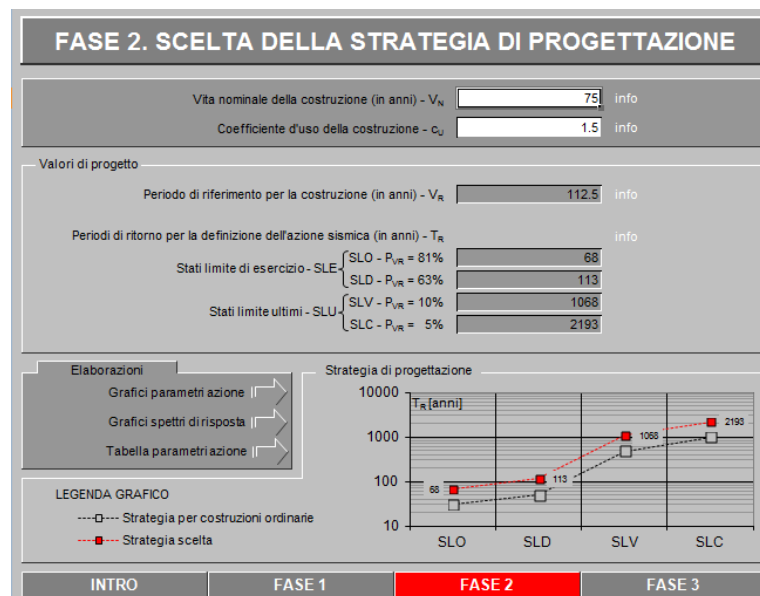
$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.013	2.328	0.151
50	0.018	2.293	0.190
72	0.021	2.332	0.244
101	0.025	2.311	0.310
140	0.029	2.377	0.338
201	0.033	2.430	0.366
475	0.044	2.529	0.441
975	0.054	2.623	0.513
2475	0.067	2.829	0.533



In merito alla scelta della vita nominale, gli uffici direzionali di Trenitalia collocano le pensiline all'interno del seguente tipo di costruzione:

- **Opere ordinarie**  $V_N = 75$  anni

In merito alla scelta della classe d'uso gli edifici si suddividono in costruzioni con **significativi** affollamenti, **con contenuti pericolosi** per l'ambiente e in **presenza** di funzioni pubbliche e sociali essenziali. Le pensiline rientrano nel primo gruppo, ossia **CLASSE D'USO III** e un  $C_u = 1.5$ .



Di seguito i parametri dell'azione sismica differenziata per i vari Stati Limite.

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.021	2.326	0.234
SLD	113	0.027	2.333	0.320
SLV	1068	0.055	2.642	0.515
SLC	2193	0.065	2.801	0.530

Si considera il terreno di fondazione appartenente alla **classe di sottosuolo di tipo C**.

Il sito rientra nella **categoria topografica T<sub>1</sub>**.

Il **Fattore di struttura** per il progetto è unitario:  $q=1$ .

Si riportano di seguito gli spettri ai vari stati limite con coefficiente di smorzamento strutturale canonico pari al 5%.



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA **IA7K** LOTTO **00** CODIFICA **D44CL** DOCUMENTO **FV 01 00 001** REV. **A** FOGLIO **26 di 80**

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLV** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **C** info  $S_B = 1.500$   $C_C = 1.307$  info  
 Categoria topografica: **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%): **5**  $\eta_1 = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$ : **1** Regol. in altezza: **si** info

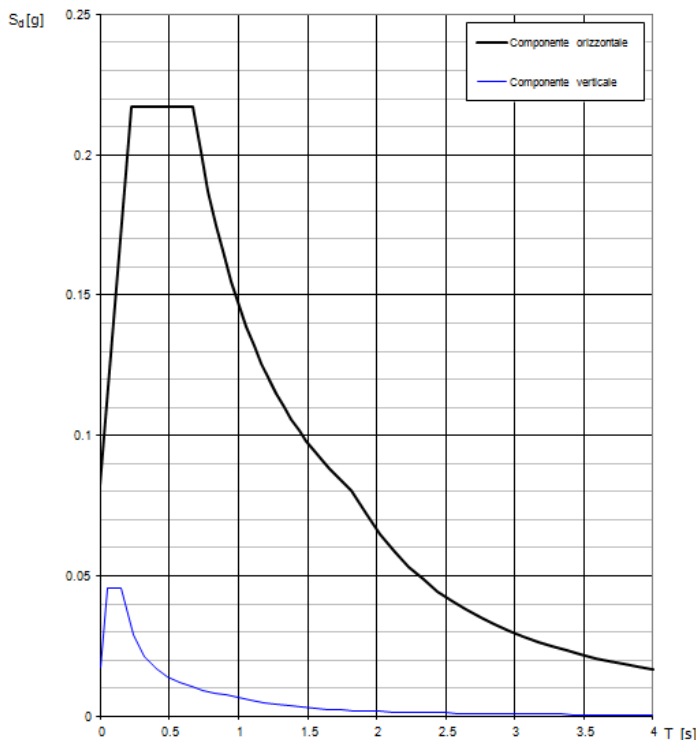
**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$ : **1**  $\eta_1 = 1.000$  info

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ||>  
 Parametri e punti spettri di risposta ||>

**Spettri di risposta**  
  
 — Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO    FASE 1    FASE 2    **FASE 3**

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV**



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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_0$	0.055 g
$F_0$	2.642
$T_0$	0.515 s
$S_B$	1.500
$C_C$	1.307
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_a$	0.224 s
$T_c$	0.673 s
$T_b$	1.819 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S-5)} \geq 0.55, \eta - 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_0 / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_C \cdot T_0^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_a = 4 \cdot 0 \cdot a_0 / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_a} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_c \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_b \leq T \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_b}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	$S_e$ [g]
0.000	0.082
0.224	0.217
0.673	0.217
0.728	0.201
0.782	0.187
0.837	0.175
0.892	0.164
0.946	0.155
1.001	0.146
1.055	0.139
1.110	0.132
1.164	0.126
1.219	0.120
1.274	0.115
1.328	0.110
1.383	0.106
1.437	0.102
1.492	0.098
1.546	0.095
1.601	0.091
1.656	0.088
1.710	0.086
1.765	0.083
1.819	0.080
1.923	0.072
2.027	0.065
2.131	0.059
2.235	0.053
2.338	0.049
2.442	0.045
2.546	0.041
2.650	0.038
2.754	0.035
2.858	0.033
2.962	0.030
3.065	0.028
3.169	0.026
3.273	0.025
3.377	0.023
3.481	0.022
3.585	0.021
3.688	0.020
3.792	0.019
3.896	0.018
4.000	0.017



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA **IA7K** LOTTO **00** CODIFICA **D44CL** DOCUMENTO **FV 01 00 001** REV. **A** FOGLIO **27 di 80**

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLD** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **C** info  $S_B = 1.500$   $C_C = 1.530$  info  
 Categoria topografica: **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%): **5**  $\eta_1 = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$ : **1** Regol. in altezza: **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$ : **1**  $\eta_1 = 1.000$  info

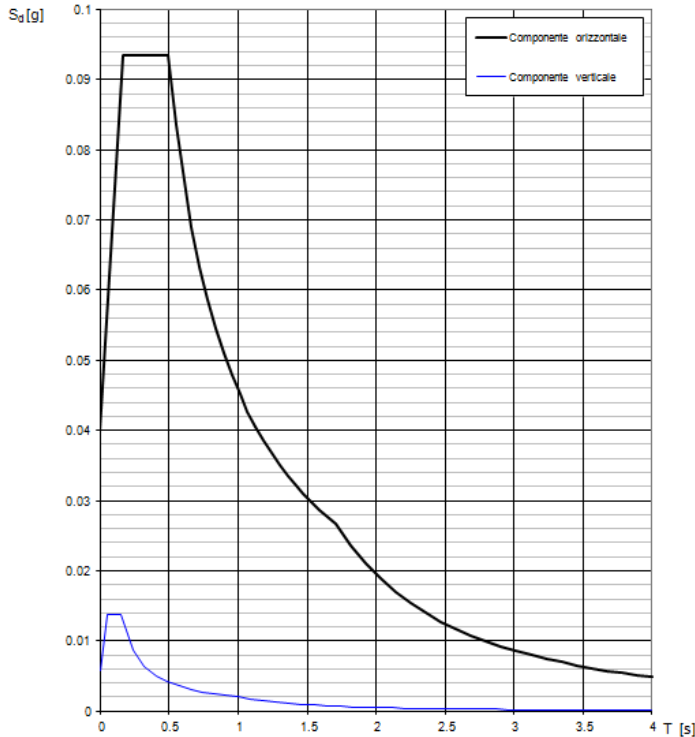
**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ||>  
 Parametri e punti spettri di risposta ||>

**Spettri di risposta**

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO      FASE 1      FASE 2      **FASE 3**

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLD**



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

STATO LIMITE	SLD
$a_2$	0.027 g
$F_0$	2.333
$T_0$	0.320 s
$S_B$	1.500
$C_C$	1.530
$S_T$	1.000
$q$	1.000

Parametri dipendenti	
$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_B$	0.163 s
$T_C$	0.489 s
$T_D$	1.707 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S-5)} \geq 0.55, \eta - 1 / q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_0^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4 \cdot 0.4 \cdot a_2 / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_2 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	$S_d$ [g]
0.000	0.040
0.163	0.093
0.489	0.093
0.547	0.083
0.605	0.075
0.663	0.069
0.721	0.063
0.779	0.059
0.837	0.055
0.895	0.051
0.953	0.048
1.011	0.045
1.069	0.043
1.127	0.041
1.185	0.039
1.243	0.037
1.301	0.035
1.359	0.034
1.417	0.032
1.475	0.031
1.533	0.030
1.591	0.029
1.649	0.028
1.707	0.027
1.816	0.024
1.925	0.021
2.034	0.019
2.144	0.017
2.253	0.015
2.362	0.014
2.471	0.013
2.580	0.012
2.690	0.011
2.799	0.010
2.908	0.009
3.017	0.009
3.126	0.008
3.236	0.007
3.345	0.007
3.454	0.007
3.563	0.006
3.672	0.006
3.782	0.005
3.891	0.005
4.000	0.005

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLO** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **C** info  $S_B = 1.500$   $C_C = 1.695$  info  
 Categoria topografica: **T1** info  $h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%): **5**  $\eta_1 = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$ : **1** Regol. in altezza: **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$ : **1**  $\eta_1 = 1.000$  info

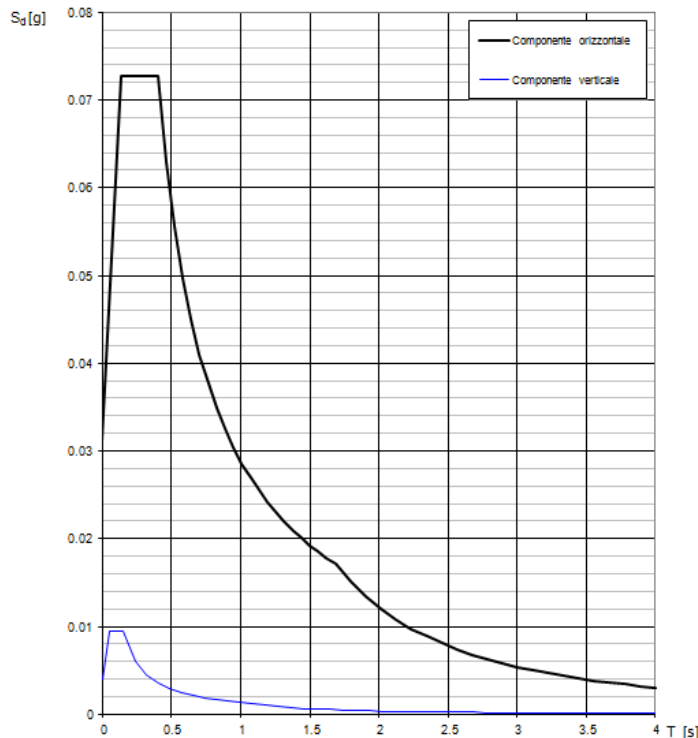
**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ||>  
 Parametri e punti spettri di risposta ||>

**Spettri di risposta**

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO    FASE 1    FASE 2    **FASE 3**

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato II SLO**



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLO**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLO
$a_0$	0.021 g
$F_0$	2.326
$T_0$	0.234 s
$S_B$	1.500
$C_C$	1.695
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.500
$\eta$	1.000
$T_a$	0.132 s
$T_b$	0.397 s
$T_c$	1.683 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (S - 1)} \geq 0.55, \eta - 1 < q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_0 / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_C \cdot T_0^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_0 = 4 \cdot 0.1 \cdot a_0 / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_0} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_0} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_0 \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	$S_d$ [g]
0.000	0.031
0.132	0.073
0.397	0.073
0.458	0.063
0.520	0.056
0.581	0.050
0.642	0.045
0.703	0.041
0.765	0.038
0.826	0.035
0.887	0.033
0.948	0.030
1.010	0.029
1.071	0.027
1.132	0.026
1.193	0.024
1.255	0.023
1.316	0.022
1.377	0.021
1.438	0.020
1.500	0.019
1.561	0.019
1.622	0.018
1.683	0.017
1.744	0.015
1.804	0.013
2.014	0.012
2.125	0.011
2.235	0.010
2.345	0.009
2.456	0.008
2.566	0.007
2.676	0.007
2.787	0.006
2.897	0.006
3.007	0.005
3.117	0.005
3.228	0.005
3.338	0.004
3.448	0.004
3.559	0.004
3.669	0.004
3.779	0.003
3.890	0.003
4.000	0.003

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	29 di 80

### 3.6 Carico eccezionale dovuto alla rottura della catenaria

In accordo a quanto previsto dalle NTC 2018 al paragrafo 5.2.2.9 si considera un'azione eccezionale dovuta alla rottura della catenaria. Tale azione è posta in testa alle colonne degli allineamenti I e O.

#### 5.2.2.9 Azioni eccezionali

##### 5.2.2.9.1 Rottura della catenaria

Si dovrà considerare l'eventualità che si verifichi la rottura della catenaria nel punto più sfavorevole per la struttura del ponte. La forza trasmessa alla struttura in conseguenza di un simile evento si considererà come una forza di natura statica agente in direzione parallela all'asse dei binari, di intensità pari a  $\pm 20$  kN e applicata sui sostegni alla quota del filo.

In funzione del numero di binari presenti sull'opera si assumerà la rottura simultanea di:

- 1 catenaria per ponti con un binario;
- 2 catenarie per ponti con un numero di binari compreso fra 2 e 6;
- 3 catenarie per ponti con più di sei binari.

Nelle verifiche saranno considerate rotte le catenarie che determinano l'effetto più sfavorevole.



PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE

COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	30 di 80

### 3.7 Casi di carico nel modello di calcolo

Unità di misura: forze [kN]; lunghezze [m]; temperatura [°C].

#### Metodo di assegnazione dei carichi sul modello di calcolo

I carichi sono stati assegnati come segue:

1. Definizione dello schema di carico (load pattern);
2. Definizione del caso di carico con intensità pari al valore caratteristico (load case);
3. Assegnazione dello schema di carico con intensità unitaria (entità del load pattern pari a 1), eccetto per il vento in copertura che è stato assegnato alle travi portanti principali a sbalzo con intensità per ognuna di esse pari al prodotto della pressione cinetica di picco per il coefficiente di forza per l'area di influenza della trave stessa;
4. L'entità del carico risultante è data dal prodotto dell'entità del caso di carico per l'entità dello schema di carico:

$$\text{Load} = \text{Load pattern} \times \text{Load case}$$

5. I carichi distribuiti di superficie sono stati assegnati mediante l'opzione *Area loads -> Uniform to frame*, che distribuisce il carico secondo l'orditura dei pannelli per aree di influenza;
6. I carichi distribuiti lineari sono stati assegnati mediante l'opzione *Frame loads -> Distributed*, che distribuisce il carico in maniera uniforme lungo l'estensione dell'elemento frame;
7. I fattori parziali per ottenere il valore di calcolo dei carichi sono stati assegnati nelle rispettive combinazioni come fattori di scala.

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	31 di 80

### 3.8 Combinazione delle azioni

Le azioni caratteristiche (carichi, distorsioni, variazioni termiche, ecc.) devono essere definite in accordo con quanto indicato nel capitolo 2 delle NTC 2018. Per costruzioni civili o industriali di tipo corrente e per le quali non esistano regolamentazioni specifiche, le azioni di calcolo si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo le seguenti formule di correlazione.

- Combinazione fondamentale, utilizzata per gli stati limite ultimi (SLU):

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

- Combinazione caratteristica, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (SLE Rara):

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

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE Quasi permanente):

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

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi di salvaguardia per la vita (SLV) e di esercizio (SLO) connessi con l'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 ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$ :

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

Si riportano le tabelle con i coefficienti di combinazione delle azioni previste dalle NTC 2018.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

**Figura 10. Tabella 2.6.I estratta dalle NTC 2018.**

Relazione di calcolo

COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO  
**IA7K            00            D44CL            FV 01 00 001            A            32 di 80**

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Figura 11. Tabella 2.5.I estratta dalle NTC 2018.**

Nelle tabelle a seguire si riportano le combinazioni di carico definite.





**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA7K 00 D44CL FV 01 00 001 A 33 di 80

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
U1 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U1 ven			Linear Static	G2	1.50
U1 ven			Linear Static	Q1.1	1.50
U1 ven			Linear Static	Q1.2	0.00
U1 ven			Linear Static	Q2	0.00
U1 ven			Linear Static	Q3	0.75
U1 ven			Linear Static	Dt	0.90
U2 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U2 ven			Linear Static	G2	1.50
U2 ven			Linear Static	Q1.1	1.50
U2 ven			Linear Static	Q1.2	0.00
U2 ven			Linear Static	Q2	0.00
U2 ven			Linear Static	Q3	0.75
U2 ven			Linear Static	Dt	-0.90
U3 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U3 ven			Linear Static	G2	1.50
U3 ven			Linear Static	Q1.1	0.00
U3 ven			Linear Static	Q1.2	1.50
U3 ven			Linear Static	Q2	0.00
U3 ven			Linear Static	Q3	0.00
U3 ven			Linear Static	Dt	0.90
U4 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U4 ven			Linear Static	G2	1.50
U4 ven			Linear Static	Q1.1	0.00
U4 ven			Linear Static	Q1.2	1.50
U4 ven			Linear Static	Q2	0.00
U4 ven			Linear Static	Q3	0.00
U4 ven			Linear Static	Dt	-0.90
U5 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U5 man			Linear Static	G2	1.50
U5 man			Linear Static	Q1.1	0.00
U5 man			Linear Static	Q1.2	0.00
U5 man			Linear Static	Q2	1.50
U5 man			Linear Static	Q3	0.75
U5 man			Linear Static	Dt	0.90
U6 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U6 man			Linear Static	G2	1.50
U6 man			Linear Static	Q1.1	0.00
U6 man			Linear Static	Q1.2	0.00
U6 man			Linear Static	Q2	1.50
U6 man			Linear Static	Q3	0.75
U6 man			Linear Static	Dt	-0.90
U7 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U7 man			Linear Static	G2	1.50
U7 man			Linear Static	Q1.1	0.90
U7 man			Linear Static	Q1.2	0.00
U7 man			Linear Static	Q2	1.50
U7 man			Linear Static	Q3	0.75
U7 man			Linear Static	Dt	0.90
U8 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U8 man			Linear Static	G2	1.50
U8 man			Linear Static	Q1.1	0.90
U8 man			Linear Static	Q1.2	0.00
U8 man			Linear Static	Q2	1.50
U8 man			Linear Static	Q3	0.75
U8 man			Linear Static	Dt	-0.90
U9 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U9 nev			Linear Static	G2	1.50
U9 nev			Linear Static	Q1.1	0.00
U9 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
U9 nev			Linear Static	Q2	0.00
U9 nev			Linear Static	Q3	1.50
U9 nev			Linear Static	Dt	0.90

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
U10 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U10 nev			Linear Static	G2	1.50
U10 nev			Linear Static	Q1.1	0.00
U10 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
U10 nev			Linear Static	Q2	0.00
U10 nev			Linear Static	Q3	1.50
U10 nev			Linear Static	Dt	-0.90
U11 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U11 nev			Linear Static	G2	1.50
U11 nev			Linear Static	Q1.1	0.90
U11 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
U11 nev			Linear Static	Q2	0.00
U11 nev			Linear Static	Q3	1.50
U11 nev			Linear Static	Dt	0.90
U12 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U12 nev			Linear Static	G2	1.50
U12 nev			Linear Static	Q1.1	0.90
U12 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
U12 nev			Linear Static	Q2	0.00
U12 nev			Linear Static	Q3	1.50
U12 nev			Linear Static	Dt	-0.90
U13 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U13 Dt			Linear Static	G2	1.50
U13 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
U13 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
U13 Dt			Linear Static	Q2	0.00
U13 Dt			Linear Static	Q3	0.75
U13 Dt			Linear Static	Dt	1.50
U14 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U14 Dt			Linear Static	G2	1.50
U14 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
U14 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
U14 Dt			Linear Static	Q2	0.00
U14 Dt			Linear Static	Q3	0.75
U14 Dt			Linear Static	Dt	-1.50
U15 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U15 Dt			Linear Static	G2	1.50
U15 Dt			Linear Static	Q1.1	0.90
U15 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
U15 Dt			Linear Static	Q2	0.00
U15 Dt			Linear Static	Q3	0.75
U15 Dt			Linear Static	Dt	1.50
U16 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U16 Dt			Linear Static	G2	1.50
U16 Dt			Linear Static	Q1.1	0.90
U16 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
U16 Dt			Linear Static	Q2	0.00
U16 Dt			Linear Static	Q3	0.75
U16 Dt			Linear Static	Dt	-1.50
U17 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U17 Dt			Linear Static	G2	1.50
U17 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
U17 Dt			Linear Static	Q1.2	0.90
U17 Dt			Linear Static	Q2	0.00
U17 Dt			Linear Static	Q3	0.00
U17 Dt			Linear Static	Dt	1.50
U18 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.30
U18 Dt			Linear Static	G2	1.50
U18 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
U18 Dt			Linear Static	Q1.2	0.90
U18 Dt			Linear Static	Q2	0.00
U18 Dt			Linear Static	Q3	0.00
U18 Dt			Linear Static	Dt	-1.50



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO  
IA7K            00            D44CL            FV 01 00 001    A            34 di 80

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
K1 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K1 ven			Linear Static	G2	1.00
K1 ven			Linear Static	Q1.1	1.00
K1 ven			Linear Static	Q1.2	0.00
K1 ven			Linear Static	Q2	0.00
K1 ven			Linear Static	Q3	0.50
K1 ven			Linear Static	Dt	0.60
K2 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K2 ven			Linear Static	G2	1.00
K2 ven			Linear Static	Q1.1	1.00
K2 ven			Linear Static	Q1.2	0.00
K2 ven			Linear Static	Q2	0.00
K2 ven			Linear Static	Q3	0.50
K2 ven			Linear Static	Dt	-0.60
K3 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K3 ven			Linear Static	G2	1.00
K3 ven			Linear Static	Q1.1	0.00
K3 ven			Linear Static	Q1.2	1.00
K3 ven			Linear Static	Q2	0.00
K3 ven			Linear Static	Q3	0.00
K3 ven			Linear Static	Dt	0.60
K4 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K4 ven			Linear Static	G2	1.00
K4 ven			Linear Static	Q1.1	0.00
K4 ven			Linear Static	Q1.2	1.00
K4 ven			Linear Static	Q2	0.00
K4 ven			Linear Static	Q3	0.00
K4 ven			Linear Static	Dt	-0.60
K5 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K5 ven			Linear Static	G2	1.00
K5 ven			Linear Static	Q1.1	1.00
K5 ven			Linear Static	Q1.2	0.00
K5 ven			Linear Static	Q2	0.00
K5 ven			Linear Static	Q3	0.00
K5 ven			Linear Static	Dt	0.60
K6 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K6 ven			Linear Static	G2	1.00
K6 ven			Linear Static	Q1.1	1.00
K6 ven			Linear Static	Q1.2	0.00
K6 ven			Linear Static	Q2	0.00
K6 ven			Linear Static	Q3	0.00
K6 ven			Linear Static	Dt	-0.60
K7 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K7 ven			Linear Static	G2	1.00
K7 ven			Linear Static	Q1.1	0.00
K7 ven			Linear Static	Q1.2	1.00
K7 ven			Linear Static	Q2	0.00
K7 ven			Linear Static	Q3	0.00
K7 ven			Linear Static	Dt	0.60
K8 ven	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K8 ven			Linear Static	G2	1.00
K8 ven			Linear Static	Q1.1	0.00
K8 ven			Linear Static	Q1.2	1.00
K8 ven			Linear Static	Q2	0.00
K8 ven			Linear Static	Q3	0.00
K8 ven			Linear Static	Dt	-0.60
K9 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K9 man			Linear Static	G2	1.00
K9 man			Linear Static	Q1.1	0.60
K9 man			Linear Static	Q1.2	0.00
K9 man			Linear Static	Q2	1.00
K9 man			Linear Static	Q3	0.50
K9 man			Linear Static	Dt	0.60

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
K10 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K10 man			Linear Static	G2	1.00
K10 man			Linear Static	Q1.1	0.60
K10 man			Linear Static	Q1.2	0.00
K10 man			Linear Static	Q2	1.00
K10 man			Linear Static	Q3	0.50
K10 man			Linear Static	Dt	-0.60
K11 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K11 man			Linear Static	G2	1.00
K11 man			Linear Static	Q1.1	0.00
K11 man			Linear Static	Q1.2	0.00
K11 man			Linear Static	Q2	1.00
K11 man			Linear Static	Q3	0.50
K11 man			Linear Static	Dt	0.60
K12 man	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K12 man			Linear Static	G2	1.00
K12 man			Linear Static	Q1.1	0.00
K12 man			Linear Static	Q1.2	0.00
K12 man			Linear Static	Q2	1.00
K12 man			Linear Static	Q3	0.50
K12 man			Linear Static	Dt	-0.60
K13 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K13 nev			Linear Static	G2	1.00
K13 nev			Linear Static	Q1.1	0.60
K13 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
K13 nev			Linear Static	Q2	0.00
K13 nev			Linear Static	Q3	1.00
K13 nev			Linear Static	Dt	0.60
K14 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K14 nev			Linear Static	G2	1.00
K14 nev			Linear Static	Q1.1	0.60
K14 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
K14 nev			Linear Static	Q2	0.00
K14 nev			Linear Static	Q3	1.00
K14 nev			Linear Static	Dt	-0.60
K15 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K15 nev			Linear Static	G2	1.00
K15 nev			Linear Static	Q1.1	0.00
K15 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
K15 nev			Linear Static	Q2	0.00
K15 nev			Linear Static	Q3	1.00
K15 nev			Linear Static	Dt	0.60
K16 nev	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K16 nev			Linear Static	G2	1.00
K16 nev			Linear Static	Q1.1	0.00
K16 nev			Linear Static	Q1.2	0.00
K16 nev			Linear Static	Q2	0.00
K16 nev			Linear Static	Q3	1.00
K16 nev			Linear Static	Dt	-0.60
K17 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K17 Dt			Linear Static	G2	1.00
K17 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
K17 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
K17 Dt			Linear Static	Q2	0.00
K17 Dt			Linear Static	Q3	0.00
K17 Dt			Linear Static	Dt	1.00
K18 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K18 Dt			Linear Static	G2	1.00
K18 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
K18 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
K18 Dt			Linear Static	Q2	0.00
K18 Dt			Linear Static	Q3	0.00
K18 Dt			Linear Static	Dt	-1.00



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA7K 00 D44CL FV 01 00 001 A 35 di 80

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
K19 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K19 Dt			Linear Static	G2	1.00
K19 Dt			Linear Static	Q1.1	0.60
K19 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
K19 Dt			Linear Static	Q2	0.00
K19 Dt			Linear Static	Q3	0.50
K19 Dt			Linear Static	Dt	1.00
K20 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K20 Dt			Linear Static	G2	1.00
K20 Dt			Linear Static	Q1.1	0.60
K20 Dt			Linear Static	Q1.2	0.00
K20 Dt			Linear Static	Q2	0.00
K20 Dt			Linear Static	Q3	0.50
K20 Dt			Linear Static	Dt	-1.00
K21 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K21 Dt			Linear Static	G2	1.00
K21 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
K21 Dt			Linear Static	Q1.2	0.60
K21 Dt			Linear Static	Q2	0.00
K21 Dt			Linear Static	Q3	0.00
K21 Dt			Linear Static	Dt	1.00
K22 Dt	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
K22 Dt			Linear Static	G2	1.00
K22 Dt			Linear Static	Q1.1	0.00
K22 Dt			Linear Static	Q1.2	0.60
K22 Dt			Linear Static	Q2	0.00
K22 Dt			Linear Static	Q3	0.00
K22 Dt			Linear Static	Dt	-1.00
QP1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
QP1			Linear Static	G2	1.00
QP1			Linear Static	Q1.1	0.00
QP1			Linear Static	Q1.2	0.00
QP1			Linear Static	Q2	0.00
QP1			Linear Static	Q3	0.00
QP1			Linear Static	Dt	0.00
QP2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
QP2			Linear Static	G2	1.00
QP2			Linear Static	Q1.1	0.00
QP2			Linear Static	Q1.2	0.00
QP2			Linear Static	Q2	0.00
QP2			Linear Static	Q3	0.00
QP2			Linear Static	Dt	0.00
QP3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
QP3			Linear Static	G2	1.00
QP3			Linear Static	Q1.1	0.00
QP3			Linear Static	Q1.2	0.00
QP3			Linear Static	Q2	0.00
QP3			Linear Static	Q3	0.00
QP3			Linear Static	Dt	0.50
QP4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
QP4			Linear Static	G2	1.00
QP4			Linear Static	Q1.1	0.00
QP4			Linear Static	Q1.2	0.00
QP4			Linear Static	Q2	0.00
QP4			Linear Static	Q3	0.00
QP4			Linear Static	Dt	-0.50

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
EX	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
EX			Linear Static	G2	1.00
EX			Linear Static	Q1.1	0.00
EX			Linear Static	Q1.2	0.00
EX			Linear Static	Q2	0.00
EX			Linear Static	Q3	0.00
EX			Linear Static	Dt	0.00
EX			Response Spectrum	SLV_X	1.00
EX			Response Spectrum	SLV_Y	0.30
EX			Response Spectrum	SLV_Z	0.30
EX			Response Spectrum	SLO_X	0.00
EX			Response Spectrum	SLO_Y	0.00
EX			Response Spectrum	SLO_Z	0.00
EX			Response Spectrum	SLD_X	0.00
EX			Response Spectrum	SLD_Y	0.00
EX			Response Spectrum	SLD_Z	0.00
EY	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
EY			Linear Static	G2	1.00
EY			Linear Static	Q1.1	0.00
EY			Linear Static	Q1.2	0.00
EY			Linear Static	Q2	0.00
EY			Linear Static	Q3	0.00
EY			Linear Static	Dt	0.00
EY			Response Spectrum	SLV_X	0.30
EY			Response Spectrum	SLV_Y	1.00
EY			Response Spectrum	SLV_Z	0.30
EY			Response Spectrum	SLO_X	0.00
EY			Response Spectrum	SLO_Y	0.00
EY			Response Spectrum	SLO_Z	0.00
EY			Response Spectrum	SLD_X	0.00
EY			Response Spectrum	SLD_Y	0.00
EY			Response Spectrum	SLD_Z	0.00
EZ	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
EZ			Linear Static	G2	1.00
EZ			Linear Static	Q1.1	0.00
EZ			Linear Static	Q1.2	0.00
EZ			Linear Static	Q2	0.00
EZ			Linear Static	Q3	0.00
EZ			Linear Static	Dt	0.00
EZ			Response Spectrum	SLV_X	0.30
EZ			Response Spectrum	SLV_Y	0.30
EZ			Response Spectrum	SLV_Z	1.00
EZ			Response Spectrum	SLO_X	0.00
EZ			Response Spectrum	SLO_Y	0.00
EZ			Response Spectrum	SLO_Z	0.00
EZ			Response Spectrum	SLD_X	0.00
EZ			Response Spectrum	SLD_Y	0.00
EZ			Response Spectrum	SLD_Z	0.00
OX	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
OX			Linear Static	G2	1.00
OX			Linear Static	Q1.1	0.00
OX			Linear Static	Q1.2	0.00
OX			Linear Static	Q2	0.00
OX			Linear Static	Q3	0.00
OX			Linear Static	Dt	0.00
OX			Response Spectrum	SLV_X	0.00
OX			Response Spectrum	SLV_Y	0.00
OX			Response Spectrum	SLV_Z	0.00
OX			Response Spectrum	SLO_X	1.00
OX			Response Spectrum	SLO_Y	0.30
OX			Response Spectrum	SLO_Z	0.30
OX			Response Spectrum	SLD_X	0.00
OX			Response Spectrum	SLD_Y	0.00
OX			Response Spectrum	SLD_Z	0.00



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA7K 00 D44CL FV 01 00 001 A 36 di 80

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
OY	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
OY			Linear Static	G2	1.00
OY			Linear Static	Q1.1	0.00
OY			Linear Static	Q1.2	0.00
OY			Linear Static	Q2	0.00
OY			Linear Static	Q3	0.00
OY			Linear Static	Dt	0.00
OY			Response Spectrum	SLV_X	0.00
OY			Response Spectrum	SLV_Y	0.00
OY			Response Spectrum	SLV_Z	0.00
OY			Response Spectrum	SLO_X	0.30
OY			Response Spectrum	SLO_Y	1.00
OY			Response Spectrum	SLO_Z	0.30
OY			Response Spectrum	SLD_X	0.00
OY			Response Spectrum	SLD_Y	0.00
OY			Response Spectrum	SLD_Z	0.00
OZ	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
OZ			Linear Static	G2	1.00
OZ			Linear Static	Q1.1	0.00
OZ			Linear Static	Q1.2	0.00
OZ			Linear Static	Q2	0.00
OZ			Linear Static	Q3	0.00
OZ			Linear Static	Dt	0.00
OZ			Response Spectrum	SLV_X	0.00
OZ			Response Spectrum	SLV_Y	0.00
OZ			Response Spectrum	SLV_Z	0.00
OZ			Response Spectrum	SLO_X	0.30
OZ			Response Spectrum	SLO_Y	0.30
OZ			Response Spectrum	SLO_Z	1.00
OZ			Response Spectrum	SLD_X	0.00
OZ			Response Spectrum	SLD_Y	0.00
OZ			Response Spectrum	SLD_Z	0.00
DX	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
DX			Linear Static	G2	1.00
DX			Linear Static	Q1.1	0.00
DX			Linear Static	Q1.2	0.00
DX			Linear Static	Q2	0.00
DX			Linear Static	Q3	0.00
DX			Linear Static	Dt	0.00
DX			Response Spectrum	SLV_X	0.00
DX			Response Spectrum	SLV_Y	0.00
DX			Response Spectrum	SLV_Z	0.00
DX			Response Spectrum	SLO_X	0.00
DX			Response Spectrum	SLO_Y	0.00
DX			Response Spectrum	SLO_Z	0.00
DX			Response Spectrum	SLD_X	1.00
DX			Response Spectrum	SLD_Y	0.30
DX			Response Spectrum	SLD_Z	0.30
DY	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
DY			Linear Static	G2	1.00
DY			Linear Static	Q1.1	0.00
DY			Linear Static	Q1.2	0.00
DY			Linear Static	Q2	0.00
DY			Linear Static	Q3	0.00
DY			Linear Static	Dt	0.00
DY			Response Spectrum	SLV_X	0.00
DY			Response Spectrum	SLV_Y	0.00
DY			Response Spectrum	SLV_Z	0.00
DY			Response Spectrum	SLO_X	0.00
DY			Response Spectrum	SLO_Y	0.00
DY			Response Spectrum	SLO_Z	0.00
DY			Response Spectrum	SLD_X	0.30
DY			Response Spectrum	SLD_Y	1.00
DY			Response Spectrum	SLD_Z	0.30

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
DZ	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.00
DZ			Linear Static	G2	1.00
DZ			Linear Static	Q1.1	0.00
DZ			Linear Static	Q1.2	0.00
DZ			Linear Static	Q2	0.00
DZ			Linear Static	Q3	0.00
DZ			Linear Static	Dt	0.00
DZ			Response Spectrum	SLV_X	0.00
DZ			Response Spectrum	SLV_Y	0.00
DZ			Response Spectrum	SLV_Z	0.00
DZ			Response Spectrum	SLO_X	0.00
DZ			Response Spectrum	SLO_Y	0.00
DZ			Response Spectrum	SLO_Z	0.00
DZ			Response Spectrum	SLD_X	0.30
DZ			Response Spectrum	SLD_Y	0.30
DZ			Response Spectrum	SLD_Z	1.00
ENV_SLU	Envelope	No	Response Combo	U1 ven	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U2 ven	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U3 ven	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U4 ven	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U5 man	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U6 man	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U7 man	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U8 man	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U9 nev	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U10 nev	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U11 nev	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U12 nev	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U13 DT	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U14 DT	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U15 DT	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U16 DT	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U17 DT	1.00
ENV_SLU			Response Combo	U18 DT	1.00
ENV_SLK	Envelope	No	Response Combo	K1 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K2 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K3 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K4 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K5 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K6 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K7 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K8 ven	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K9 man	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K10 man	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K11 man	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K12 man	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K13 nev	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K14 nev	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K15 nev	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K16 nev	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K17 DT	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K18 DT	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K19 DT	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K20 DT	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K21 DT	1.00
ENV_SLK			Response Combo	K22 DT	1.00



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	37 di 80

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
ENV_QP	Envelope	No	Response Combo	QP1	1.00
ENV_QP			Response Combo	QP2	1.00
ENV_QP			Response Combo	QP3	1.00
ENV_QP			Response Combo	QP4	1.00
ENV_SLV	Envelope	No	Response Combo	EX	1.00
ENV_SLV			Response Combo	EY	1.00
ENV_SLV			Response Combo	EZ	1.00
ENV_SLO	Envelope	No	Response Combo	OX	1.00
ENV_SLO			Response Combo	OY	1.00
ENV_SLO			Response Combo	OZ	1.00
ENV_SLD	Envelope	No	Response Combo	DX	1.00
ENV_SLD			Response Combo	DY	1.00
ENV_SLD			Response Combo	DZ	1.00
G1+G2_monta	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.10
G1+G2_monta			Linear Static	G2	1.00
ECC 1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.10
ECC 1			Linear Static	G2	1.00
ECC 1			Linear Static	Ecc	1.00
ECC 2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.10
ECC 2			Linear Static	G2	1.00
ECC 2			Linear Static	Ecc	-1.00

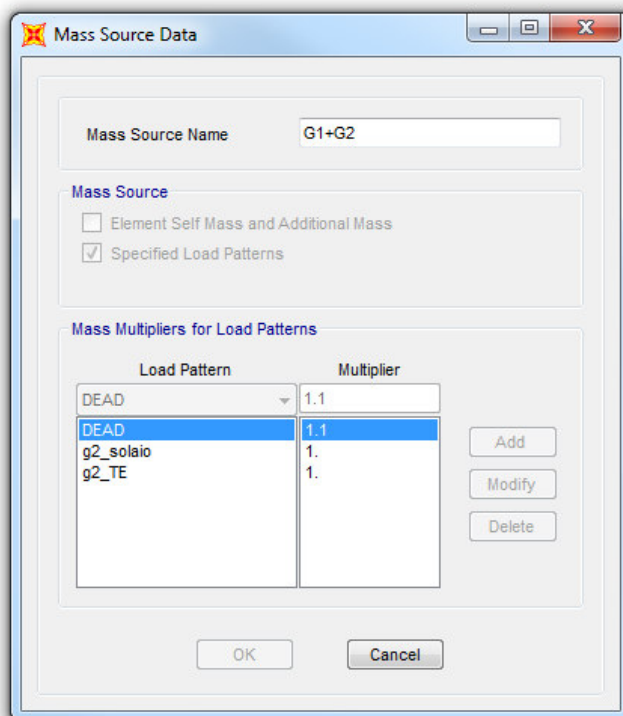
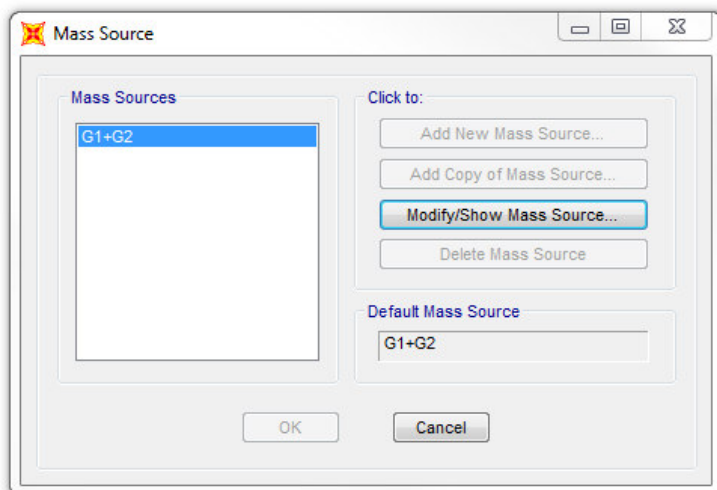
## 4 VERIFICA DELLA STRUTTURA

### 4.1 Analisi modale

Per il calcolo delle sollecitazioni strutturali è stato impiegato il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 v.21.0.2. Stante il tipo di analisi condotta, ossia dinamica lineare con spettro di risposta, è stato necessario svolgere dapprima un'analisi modale per determinare i periodi e le frequenze associate ai differenti modi. Questi ultimi sono stati considerati in numero tale da rispettare le prescrizioni previste dalle NTC 2018 al paragrafo § 7.3.3.1 in cui è riportato: *“Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo”*.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa contenente i risultati dell'analisi modale svolta considerando un numero massimo di modi pari a 41.

Per tener conto del peso dei collegamenti, come sorgente di massa si considera un peso proprio degli elementi incrementato del 10%, oltre ai pesi permanenti portati, come mostrato nella tabella di sotto.





**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IA7K 00 D44CL FV 01 00 001 A 39 di 80

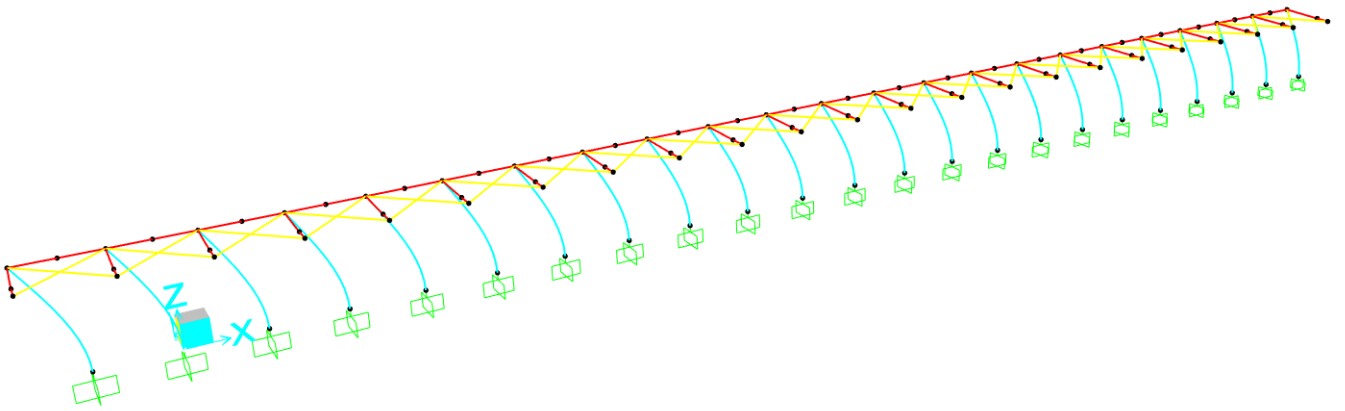
TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.58	99.96%	0.00%	0.00%	99.96%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.03%	0.00%	0.12%	0.03%
MODAL	Mode	2	0.33	0.00%	1.65%	0.30%	99.96%	1.65%	0.30%	1.75%	3.60%	19.64%	1.75%	3.72%	19.67%
MODAL	Mode	3	0.33	0.00%	41.79%	7.93%	99.96%	43.44%	8.23%	45.47%	0.16%	0.89%	47.22%	3.88%	20.55%
MODAL	Mode	4	0.31	0.00%	6.09%	1.81%	99.96%	49.53%	10.03%	8.65%	3.71%	11.73%	55.87%	7.59%	32.29%
MODAL	Mode	5	0.30	0.00%	1.84%	0.85%	99.97%	51.37%	10.89%	3.49%	3.54%	11.99%	59.36%	11.13%	44.28%
MODAL	Mode	6	0.29	0.00%	5.90%	1.97%	99.97%	57.27%	12.86%	8.98%	0.20%	0.35%	68.34%	11.32%	44.63%
MODAL	Mode	7	0.28	0.02%	0.18%	0.35%	99.98%	57.45%	13.21%	1.01%	3.04%	10.10%	69.36%	14.37%	54.73%
MODAL	Mode	8	0.26	0.00%	1.16%	0.30%	99.98%	58.62%	13.51%	1.48%	0.00%	0.00%	70.83%	14.37%	54.73%
MODAL	Mode	9	0.24	0.01%	0.00%	0.10%	99.99%	58.62%	13.61%	0.18%	0.24%	1.81%	71.01%	14.61%	56.54%
MODAL	Mode	10	0.23	0.00%	0.28%	0.00%	99.99%	58.90%	13.61%	0.09%	0.04%	0.03%	71.10%	14.65%	56.57%
MODAL	Mode	11	0.21	0.00%	0.00%	0.00%	99.99%	58.90%	13.61%	0.01%	0.00%	0.54%	71.11%	14.65%	57.11%
MODAL	Mode	12	0.21	0.00%	0.14%	0.03%	99.99%	59.04%	13.64%	0.01%	0.00%	0.01%	71.11%	14.66%	57.12%
MODAL	Mode	13	0.20	0.00%	0.00%	0.00%	99.99%	59.05%	13.64%	0.01%	0.00%	0.19%	71.12%	14.66%	57.31%
MODAL	Mode	14	0.20	0.00%	0.01%	0.00%	99.99%	59.06%	13.65%	0.02%	0.00%	0.00%	71.13%	14.66%	57.32%
MODAL	Mode	15	0.20	0.00%	0.06%	0.00%	99.99%	59.12%	13.65%	0.00%	0.01%	0.10%	71.13%	14.67%	57.42%
MODAL	Mode	16	0.19	0.00%	0.74%	0.05%	99.99%	59.85%	13.70%	0.00%	0.00%	0.01%	71.14%	14.67%	57.42%
MODAL	Mode	17	0.19	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	59.86%	13.70%	0.00%	0.26%	2.81%	71.14%	14.92%	60.24%
MODAL	Mode	18	0.18	0.00%	0.06%	0.02%	100.00%	59.92%	13.72%	0.01%	0.27%	0.38%	71.15%	15.20%	60.62%
MODAL	Mode	19	0.17	0.00%	17.13%	9.53%	100.00%	77.05%	23.25%	5.46%	1.20%	2.27%	76.61%	16.39%	62.89%
MODAL	Mode	20	0.17	0.00%	0.04%	0.02%	100.00%	77.09%	23.27%	0.01%	6.59%	12.19%	76.62%	22.99%	75.09%
MODAL	Mode	21	0.17	0.00%	11.53%	5.93%	100.00%	88.62%	29.20%	3.21%	3.51%	6.82%	79.83%	26.49%	81.91%
MODAL	Mode	22	0.17	0.00%	1.74%	0.81%	100.00%	90.36%	30.01%	0.40%	2.40%	4.18%	80.23%	28.89%	86.09%
MODAL	Mode	23	0.15	0.00%	0.62%	0.55%	100.00%	90.98%	30.56%	0.41%	0.34%	0.54%	80.64%	29.23%	86.62%
MODAL	Mode	24	0.15	0.00%	0.15%	0.14%	100.00%	91.13%	30.70%	0.11%	2.05%	2.07%	80.75%	31.28%	88.69%
MODAL	Mode	25	0.14	0.00%	0.29%	0.32%	100.00%	91.42%	31.02%	0.26%	0.22%	0.14%	81.00%	31.50%	88.83%
MODAL	Mode	26	0.13	0.00%	0.07%	0.05%	100.00%	91.49%	31.07%	0.04%	0.00%	0.00%	81.04%	31.50%	88.83%
MODAL	Mode	27	0.13	0.00%	0.57%	0.19%	100.00%	92.06%	31.26%	0.06%	0.00%	0.01%	81.10%	31.50%	88.84%
MODAL	Mode	28	0.12	0.00%	0.98%	0.15%	100.00%	93.05%	31.42%	0.01%	0.12%	0.15%	81.11%	31.62%	88.98%
MODAL	Mode	29	0.12	0.00%	0.39%	0.06%	100.00%	93.44%	31.48%	0.00%	0.00%	0.17%	81.11%	31.62%	89.15%
MODAL	Mode	30	0.11	0.00%	0.51%	0.10%	100.00%	93.95%	31.58%	0.01%	2.64%	10.03%	81.13%	34.26%	99.19%
MODAL	Mode	31	0.11	0.00%	5.93%	1.45%	100.00%	99.88%	33.03%	0.28%	0.06%	0.20%	81.41%	34.32%	99.39%
MODAL	Mode	32	0.10	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	99.88%	33.03%	0.00%	0.13%	0.53%	81.41%	34.45%	99.92%
MODAL	Mode	33	0.08	0.00%	0.08%	0.01%	100.00%	99.97%	33.04%	0.00%	0.00%	0.01%	81.41%	34.45%	99.93%
MODAL	Mode	34	0.07	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	99.97%	33.04%	0.00%	0.01%	0.04%	81.41%	34.46%	99.97%
MODAL	Mode	35	0.05	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	99.97%	33.05%	0.00%	0.00%	0.00%	81.41%	34.46%	99.97%
MODAL	Mode	36	0.04	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	99.97%	33.05%	0.00%	0.98%	0.00%	81.42%	35.44%	99.97%
MODAL	Mode	37	0.04	0.00%	0.00%	24.22%	100.00%	99.97%	57.27%	6.76%	0.08%	0.00%	88.18%	35.52%	99.97%
MODAL	Mode	38	0.04	0.00%	0.00%	0.05%	100.00%	99.97%	57.31%	0.01%	23.23%	0.00%	88.19%	58.75%	99.97%
MODAL	Mode	39	0.01	0.00%	0.00%	10.93%	100.00%	99.97%	68.24%	3.11%	0.81%	0.00%	91.30%	59.57%	99.97%
MODAL	Mode	40	0.01	0.00%	0.00%	0.03%	100.00%	99.97%	68.27%	0.01%	22.84%	0.00%	91.31%	82.40%	99.97%
MODAL	Mode	41	0.01	0.00%	0.00%	29.04%	100.00%	99.98%	97.31%	7.59%	0.13%	0.00%	98.89%	82.53%	99.97%

Relazione di calcolo

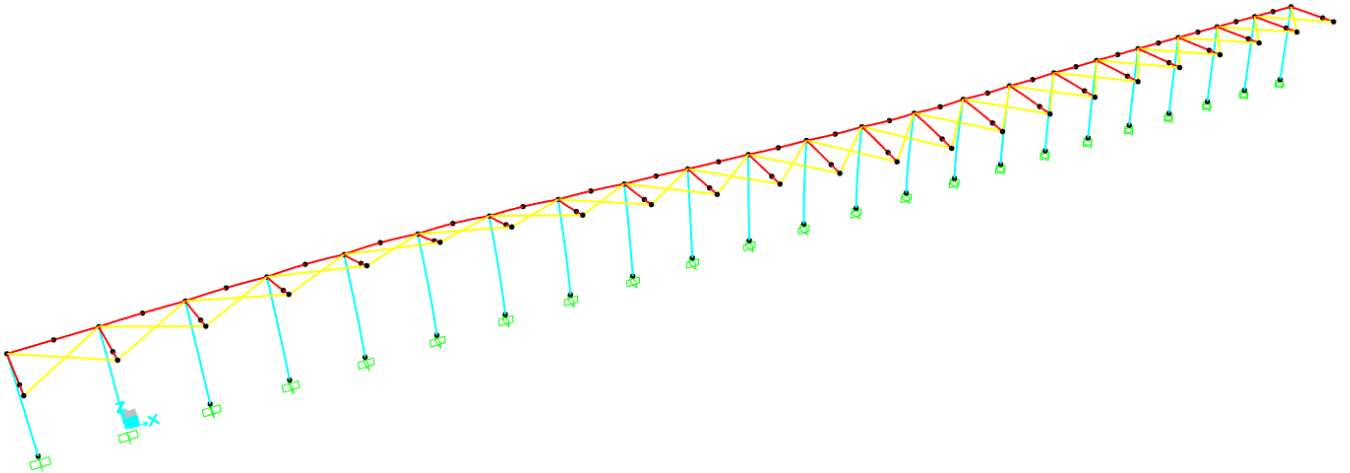
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	40 di 80

Con 41 modi sufficienti si soddisfano le specifiche richieste dalla normativa cogente in termini di massa partecipante complessiva.

Seguono alcune immagini rappresentative delle principali deformate modali della struttura in esame.



**Figura 12. Deformata modale associata al primo modo.**



**Figura 13. Deformata modale associata al terzo modo.**



Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	41 di 80

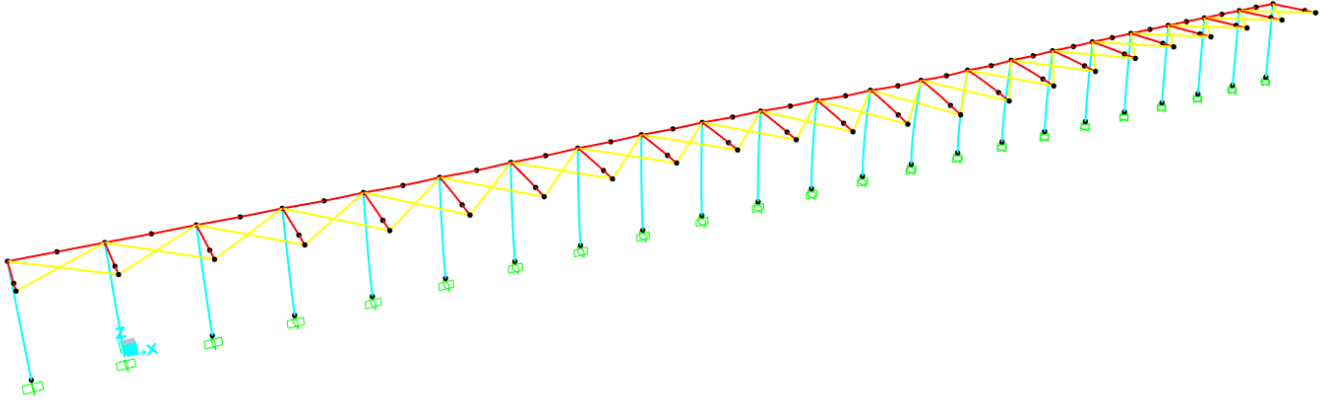


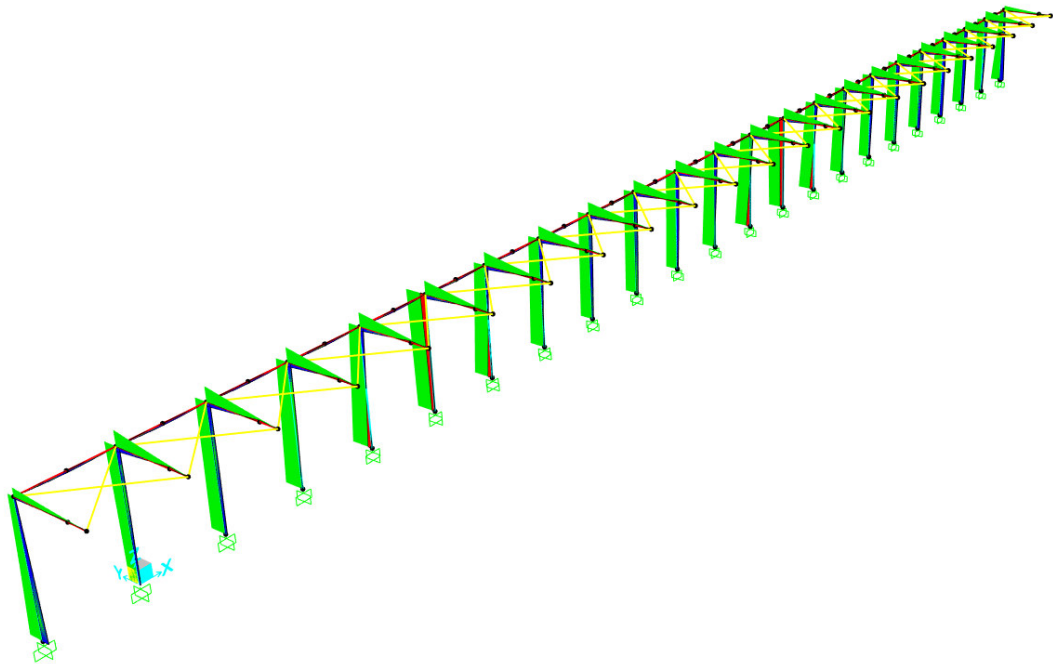
Figura 14. Deformata modale associata al terzo modo.

Relazione di calcolo

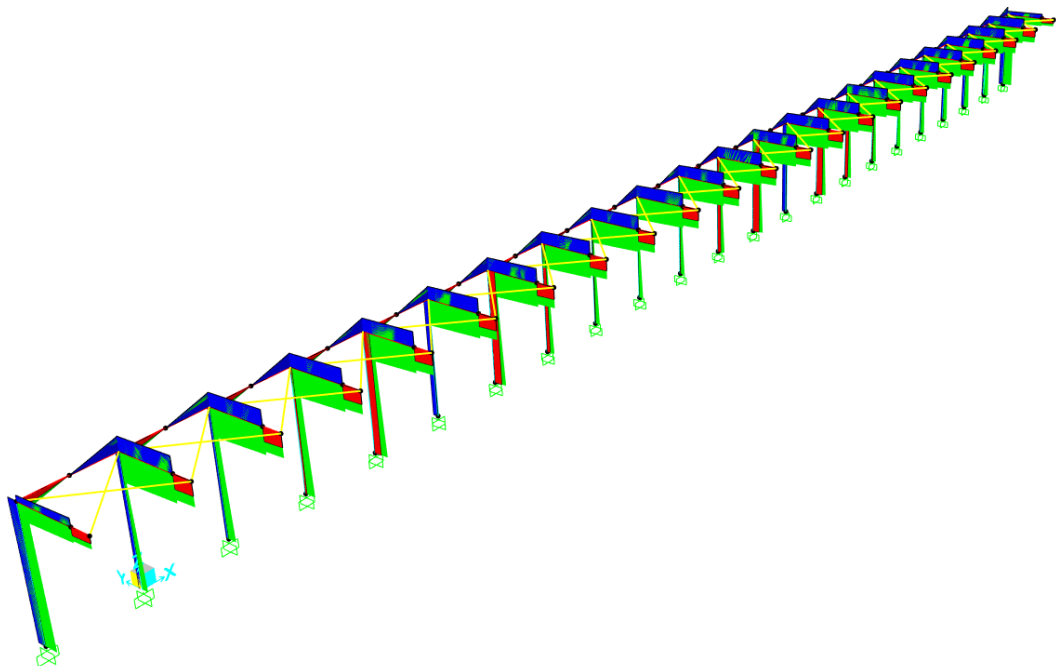
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	42 di 80

## 4.2 Diagrammi delle sollecitazioni

Si riportano di seguito i diagrammi qualitativi delle sollecitazioni di momento, taglio e sforzo normale nella combinazione di involucro SLU e nelle combinazioni sismiche.



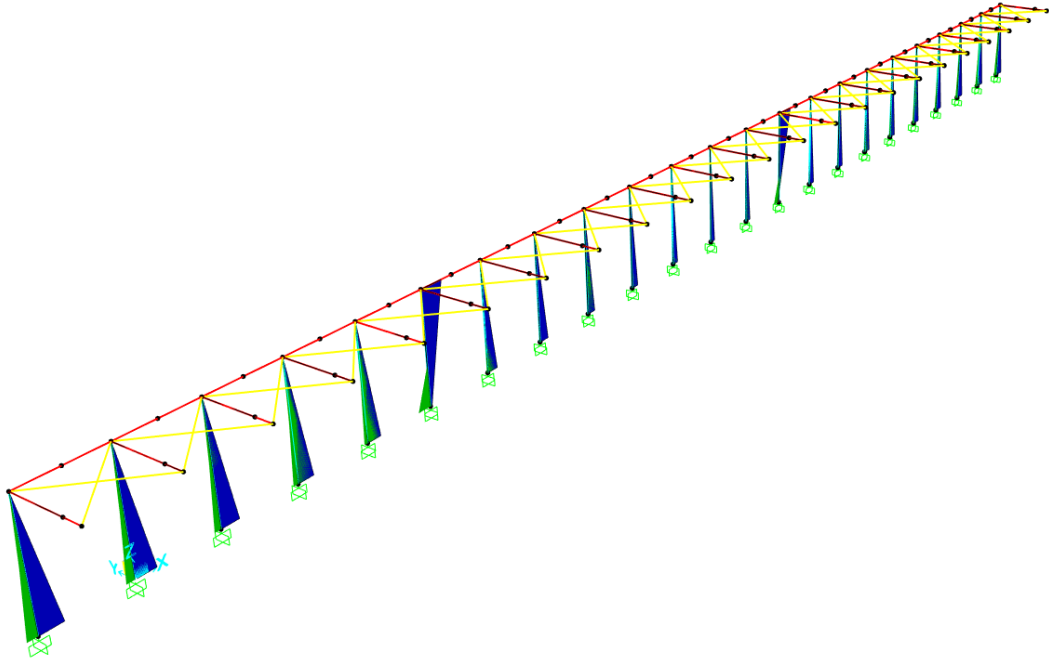
**Figura 15. Diagramma del momento flettente M3-3 in combinazione involucro SLU.**



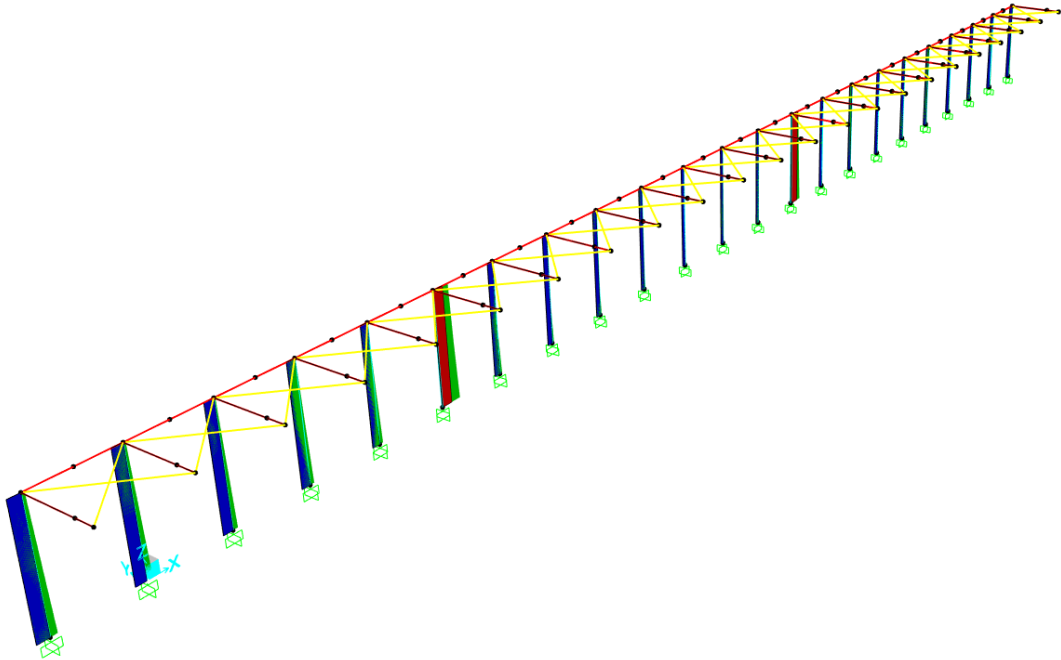
**Figura 16. Diagramma del taglio V2-2 in combinazione involucro SLU.**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	43 di 80



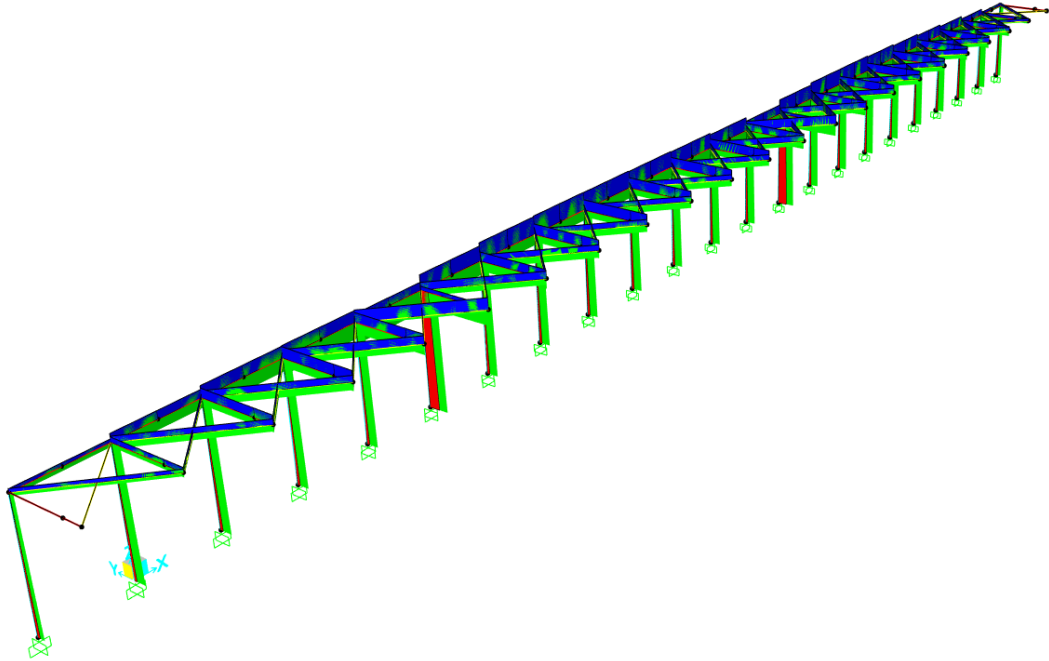
**Figura 17. Diagramma del momento flettente M2-2 in combinazione di involucro SLU.**



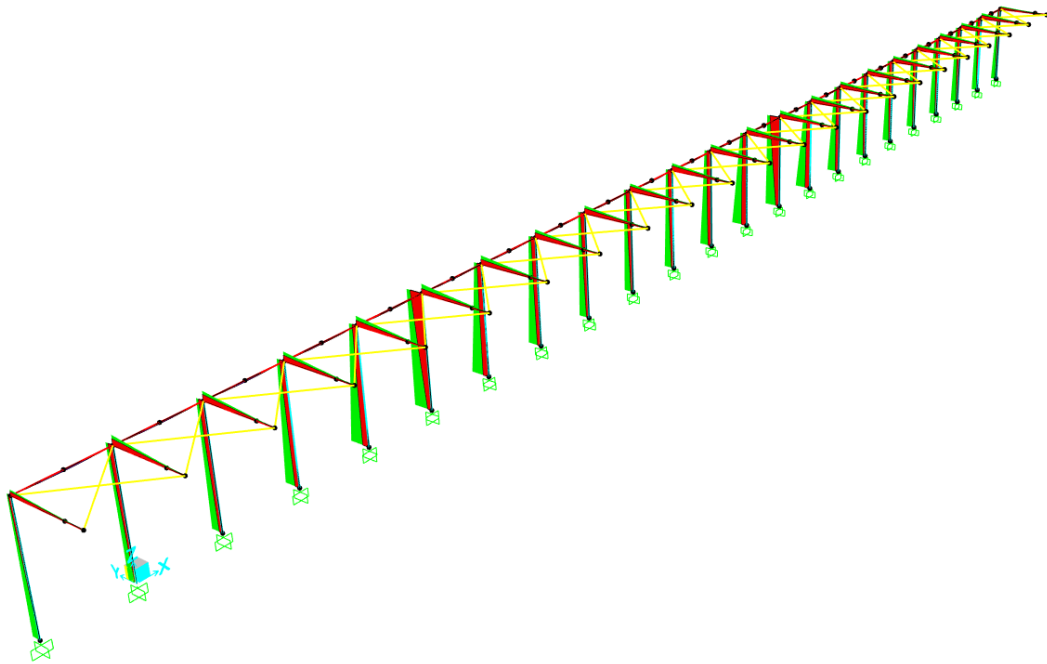
**Figura 18. Diagramma del taglio V3-3 in combinazione di involucro SLU**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	44 di 80



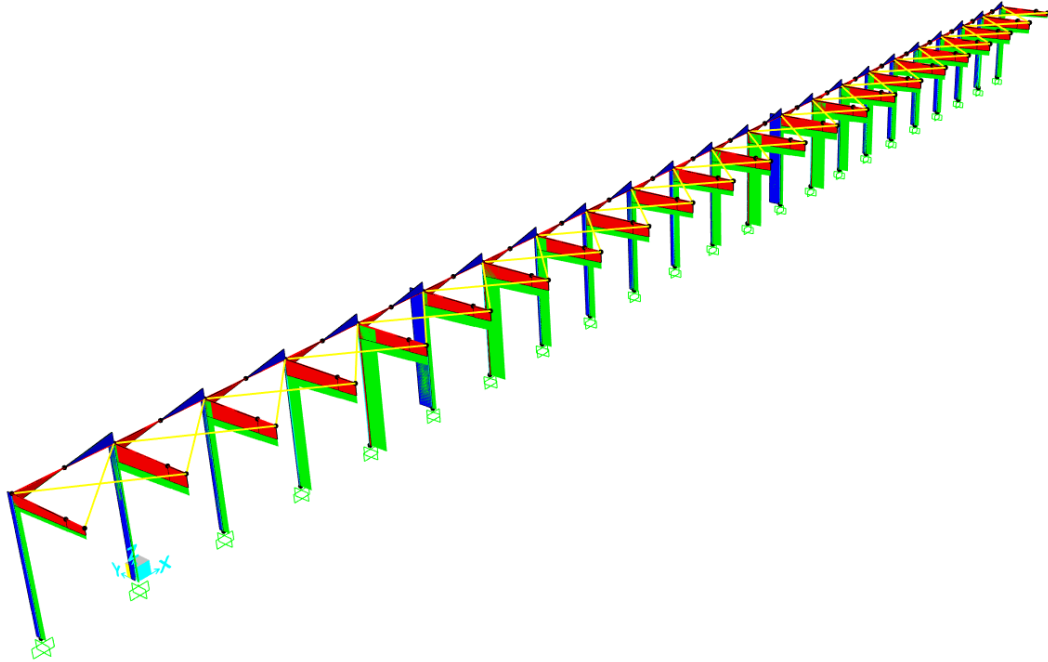
**Figura 19 Diagramma dello sforzo normale in combinazione di involucro SLU.**



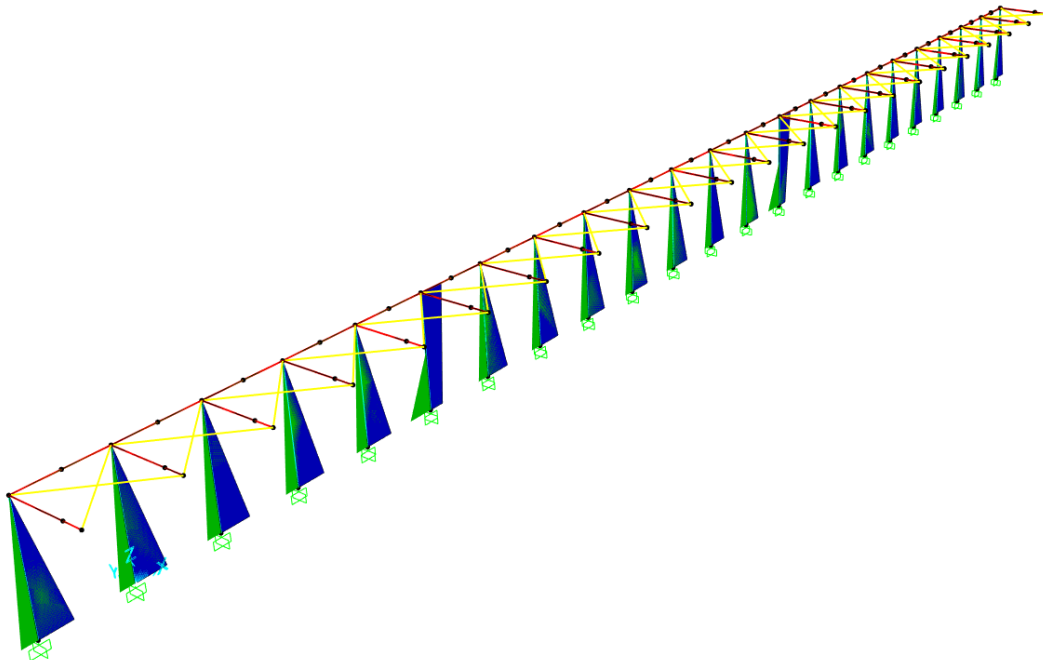
**Figura 20. Diagramma del momento flettente M3-3 in combinazione involucro SLV.**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	45 di 80



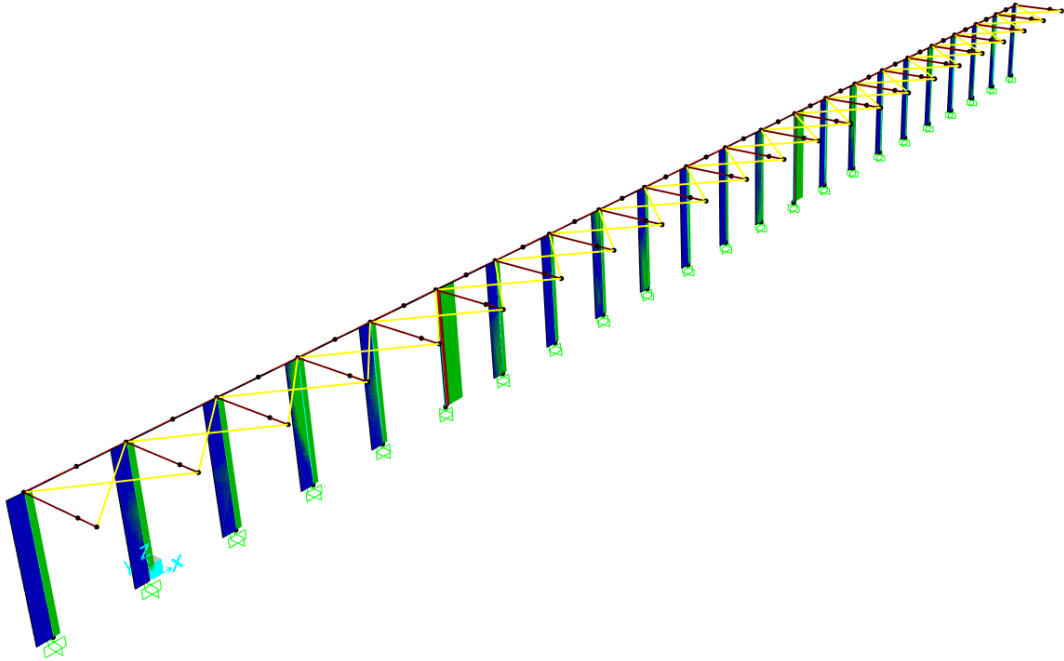
**Figura 21. Diagramma del taglio V2-2 in combinazione involucro SLV.**



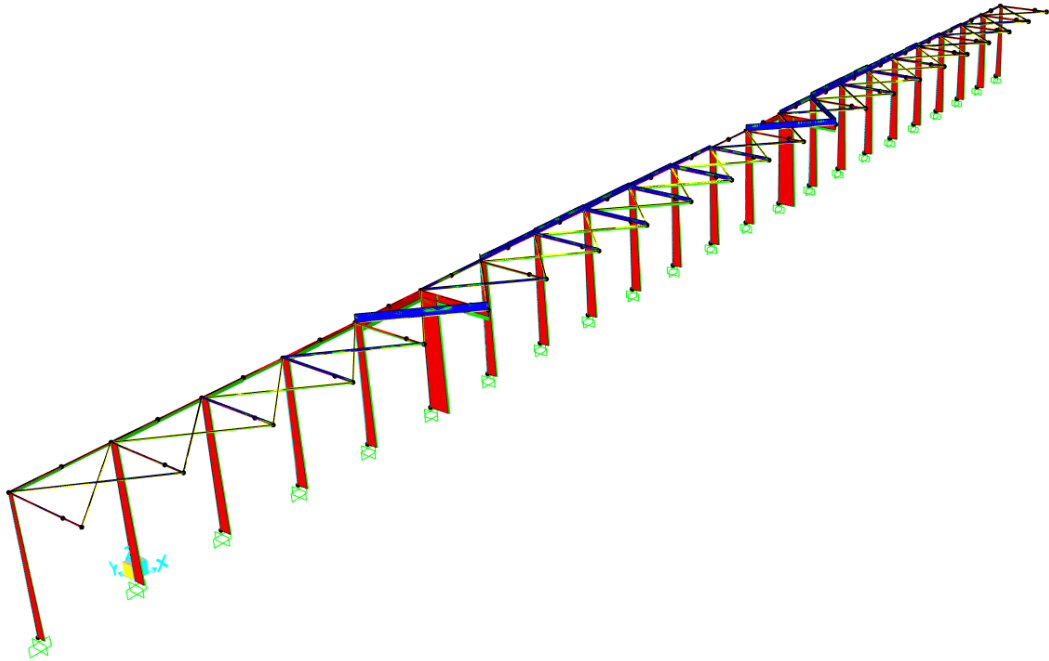
**Figura 22. Diagramma del momento flettente M2-2 in combinazione di involucro SLV.**

Relazione di calcolo


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	46 di 80



**Figura 23. Diagramma del taglio V3-3 in combinazione di involucro SLV.**



**Figura 24 Diagramma dello sforzo normale in combinazione di involucro SLV.**

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>					
	<b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	47 di 80

### 4.3 Verifiche strutturali di resistenza delle membrature

Si riportano di seguito le verifiche delle membrature in acciaio eseguite in accordo alla normative cogente NTC 2018, i cui parametri di progetto sono stati impostati come mostrato in figura, in cui si tiene conto anche degli effetti indotti dalla sollecitazione torsionale sugli elementi strutturali.

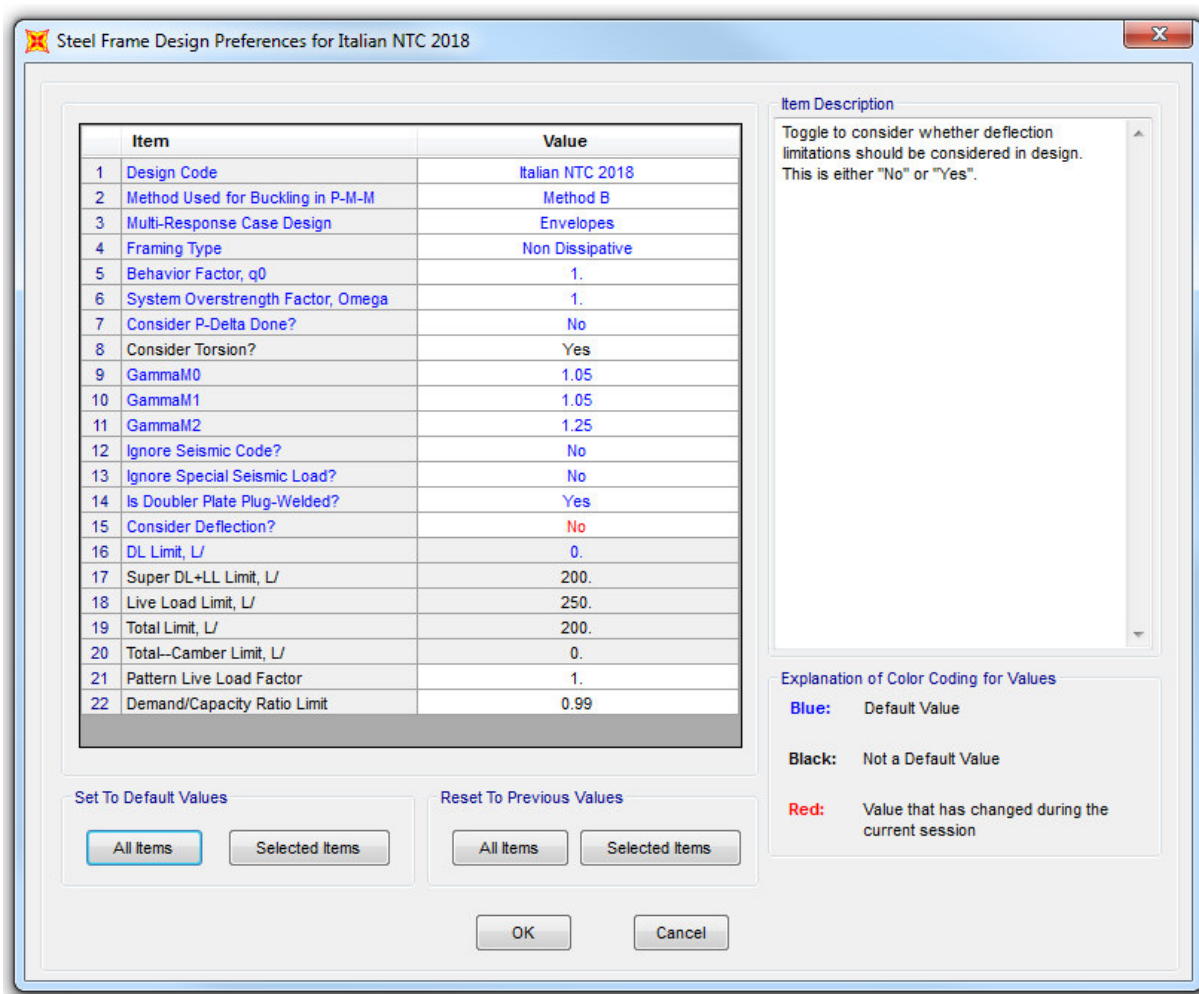


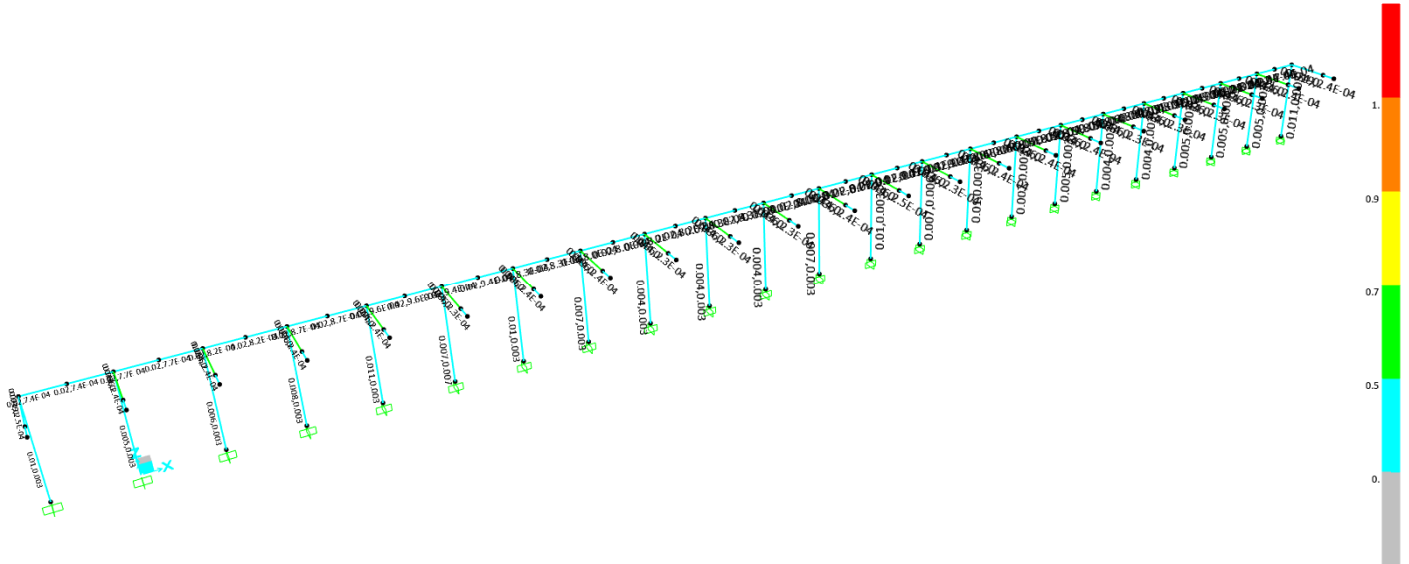
Figura 25. Parametri di progetto delle membrature orizzontali.

Si riportano di seguito i grafici dello sfruttamento degli elementi orizzontali e verticali, estratti dal modello di calcolo dopo aver impostato i parametri per la progettazione in accordo alla Normativa attuale sulle costruzioni.

Il grado di colore indica lo stato di verifica nei riguardi di una sollecitazione di pressoflessione deviata. I numeri rappresentano il tasso di lavoro a taglio degli elementi strutturali per le combinazioni di carico allo SLU (condizione statica e sismica).

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D44CL	FV 01 00 001	A	48 di 80



**Figura 26. Sfruttamento delle membrature in acciaio.**

A seguire si riportano i report delle verifiche effettuate per il frame più sollecitato di ogni tipologia di elemento strutturale





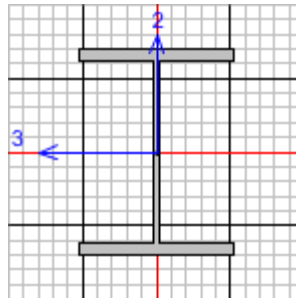
**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	49 di 80

4.3.1 COLONNA HE400B



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 6	X Mid: 16.	Combo: U7 man	Design Type: Column
Length: 5.96	Y Mid: 0.	Shape: HE400B	Frame Type: Non Dissipative
Loc : 2.98	Z Mid: 2.98	Class: Class 1	Rolled : Yes

Interaction=Method B      MultiResponse=Envelopes      P-Delta Done? No  
Consider Torsion? Yes

GammaM0=1.05	GammaM1=1.05	GammaM2=1.25	
An/Ag=1.	RLLF=1.	PLLF=1.	D/C Lim=0.99

Aeff=0.02	eNy=0.	eNz=0.		
A=0.02	Iyy=5.768E-04	iyy=0.171	Wel,yy=0.003	Weff,yy=0.003
It=3.610E-06	Izz=1.082E-04	izz=0.074	Wel,zz=7.213E-04	Weff,zz=7.213E-04
Iw=3.824E-06	Iyz=0.	h=0.4	Wpl,yy=0.003	Av,y=0.015
E=210000000.	fy=355000.	fu=510000.	Wpl,zz=0.001	Av,z=0.007

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2.98	-99.994	-156.481	29.573	3.624	-12.804	-9.547E-05

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.328 = 0.027 + 0.199 + 0.102 < 0.99 OK  

$$= \frac{NEd}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + NEd e_{Ny})}{\chi_{LT} M_y, Rk/\gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + NEd e_{Nz})}{(M_z, Rk/\gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
	Force	Capacity	Capacity
Axial	-99.994	6694.286	6694.286

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	6694.286	7270.56	14877.831	14877.831	1.

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0.21	33655.169	0.457	0.631	0.937	6273.316
MajorB (y-y)	a	0.21	33655.169	0.457	0.631	0.937	6273.316
Minor (z-z)	b	0.34	6313.262	1.055	1.202	0.562	3765.282
MinorB (z-z)	b	0.34	6313.262	1.055	1.202	0.562	3765.282
Torsional TF	b	0.34	14877.831	0.687	0.819	0.791	5293.887



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	50 di 80

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	-156.481	-169.438	-156.481	-169.438
Minor (z-z)	29.573	65.61	29.573	49.208

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	1092.724	1092.724	1092.724	846.881
Minor (z-z)	373.257	373.257	373.257	

LTB	Curve b	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
		0.34	0.774	0.897	0.775	1.062	1913.881

Factors	kyy	kyz	kzy	kzz
	0.943	0.349	0.996	0.581

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vpl, Rd Capacity	Reduction Factor	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	3.624	9.547E-05	1370.299	1.	0.003	OK
Minor (y)	12.804	9.547E-05	2937.359	1.	0.004	OK

Reduction	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
	1370.299	1.	0.363

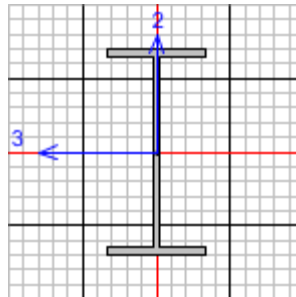


**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	51 di 80

4.3.2 TRAVE PRINCIPALE IPE330 A MENSOLA DALLA COLONNA



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 55      X Mid: 16.      Combo: U7 man      Design Type: Beam  
Length: 3.      Y Mid: -1.5      Shape: IPE330      Frame Type: Non Dissipative  
Loc : 3.      Z Mid: 5.96      Class: Class 1      Rolled : Yes

Interaction=Method B      MultiResponse=Envelopes      P-Delta Done? No  
Consider Torsion? Yes

GammaM0=1.05      GammaM1=1.05      GammaM2=1.25  
An/Ag=1.      RLLF=1.      PLLF=1.      D/C Lim=0.99

Aeff=0.006      eNy=0.      eNz=0.  
A=0.006      Iyy=1.177E-04      iyy=0.137      Wel,yy=7.133E-04      Weff,yy=7.133E-04  
It=0.      Izz=7.880E-06      izz=0.035      Wel,zz=9.850E-05      Weff,zz=9.850E-05  
Iw=0.      Iyz=0.      h=0.33      Wpl,yy=8.040E-04      Av,y=0.004  
E=210000000.      fy=355000.      fu=510000.      Wpl,zz=1.540E-04      Av,z=0.003

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
3.	-60.662	-21.225	2.387E-05	-24.296	2.387E-05	0.

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.616 = 0.082 + 0.534 + 0. < 0.99 OK  
=  $\frac{NEd}{\chi_z N R_k / \Gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + NEd eNy)}{(\chi_{LT} M_y, R_k / \Gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + NEd eNz)}{(M_z, R_k / \Gamma_{M1})}$  (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity
Axial	-60.662	2116.476	2116.476

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	2116.476	2298.672	2421.814	2421.814	1.

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	27105.224	0.286	0.55	0.981	2075.555
MajorB (y-y)	a	27105.224	0.286	0.55	0.981	2075.555
Minor (z-z)	b	1020.764	1.475	1.805	0.351	743.739
MinorB (z-z)	b	1020.764	1.475	1.805	0.351	743.739
Torsional TF	b	2421.814	0.958	1.088	0.624	1320.483



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	52 di 80

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	-21.225	-97.213	-59.219	-66.818
Minor (z-z)	2.387E-05	9.547E-05	5.967E-05	6.683E-05

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	271.829	271.829	271.829	178.598
Minor (z-z)	52.067	52.067	52.067	

	Curve c	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.49	0.914	1.092	0.657	1.535	341.846

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.689	0.468	0.981	0.78

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vpl, Rd Capacity	Reduction Factor	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	24.296	0.	601.263	1.	0.04	OK
Minor (y)	2.387E-05	0.	772.501	1.	0.	OK

	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	601.263	1.	0.561



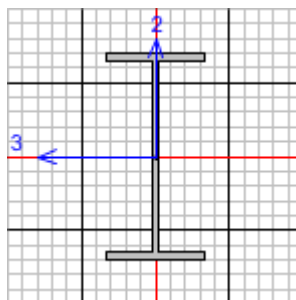
**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	53 di 80

**4.3.3 TRAVE IPE330 DI COLLEGAMENTO DELLE COLONNE**



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 50	X Mid: 13.	Combo: U15 Dt	Design Type: Beam
Length: 2.	Y Mid: 0.	Shape: IPE330	Frame Type: Non Dissipative
Loc : 2.	Z Mid: 5.96	Class: Class 1	Rolled : Yes

Interaction=Method B      MultiResponse=Envelopes      P-Delta Done? No  
Consider Torsion? Yes

GammaM0=1.05	GammaM1=1.05	GammaM2=1.25	
An/Ag=1.	RLLF=1.	PLLF=1.	D/C Lim=0.99

Aeff=0.006	eNy=0.	eNz=0.		
A=0.006	Iyy=1.177E-04	iyy=0.137	Wel,yy=7.133E-04	Weff,yy=7.133E-04
It=0.	Izz=7.880E-06	izz=0.035	Wel,zz=9.850E-05	Weff,zz=9.850E-05
Iw=0.	Iyz=0.	h=0.33	Wpl,yy=8.040E-04	Av,y=0.004
E=210000000.	fy=355000.	fu=510000.	Wpl,zz=1.540E-04	Av,z=0.003

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS**

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2.	-105.112	8.818	0.	0.	0.	0.

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)**

D/C Ratio: 0.197 = 0.141 + 0.056 + 0. < 0.99      OK  

$$= \frac{N_{Ed}}{(\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1})} + \frac{k_{zy} (M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1})} + \frac{k_{zz} (M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{(M_{z,Rk} / \gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

**AXIAL FORCE DESIGN**

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
	Force	Capacity	Capacity
Axial	-105.112	2116.476	2116.476

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	2116.476	2298.672	2421.814	2421.814	1.

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0.21	15246.688	0.382	0.592	0.958	2026.566
MajorB (y-y)	a	0.21	15246.688	0.382	0.592	0.958	2026.566
Minor (z-z)	b	0.34	1020.764	1.475	1.805	0.351	743.739
MinorB (z-z)	b	0.34	1020.764	1.475	1.805	0.351	743.739
Torsional TF	b	0.34	2421.814	0.958	1.088	0.624	1320.483



**PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE**

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL  
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	54 di 80

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	8.818	8.818	8.818	8.818
Minor (z-z)	0.	0.	0.	0.

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	271.829	271.829	271.829	154.232
Minor (z-z)	52.067	52.067	52.067	


	Curve c	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.49	0.993	1.188	0.567	1.299	289.211

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.808	0.719	0.974	1.198

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vpl, Rd Capacity	Reduction Factor	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	0.	0.	601.263	1.	0.	OK
Minor (y)	0.	0.	772.501	1.	0.	OK

	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	601.263	1.	0.551

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>					
	<b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	55 di 80

#### 4.3.4 CONTROVENTI – FUNI $\Phi 32$

I controventi di piano sono stati modellati con elementi frame svincolati a momento alle estremità, con modulo elastico dell'acciaio associato dimezzato per tener conto che nella realtà resistono solo a trazione, mentre nelle analisi di tipo lineare svolte sul modello di calcolo sono considerati reagenti sia a trazione che a compressione.

La verifica viene eseguita confrontando la resistenza con il doppio dello sforzo assiale del controvento.

Il massimo sforzo di trazione nei controventi è pari a:

$$N_{ed} = 2 \cdot N_{Ed,T} = 2 \cdot 56.70 \text{ kN} = 113.40 \text{ KN}$$

Utilizzando delle funi realizzate con acciaio S275, il massimo sforzo di trazione sopportabile risulta:

$$N_{Rd} = A \cdot f_{yd} = 203.93 \text{ kN}$$

Come area resistente è stato considerato il 75% di una barra  $\Phi 32$  per tener conto di eventuali filettature.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>  <b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>					
	Relazione di calcolo	COMMESSA NT01	LOTTO 03	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FV 0303 002	REV. A

#### 4.4 Verifiche strutturali di deformabilità delle membrature in acciaio

Le verifiche di deformabilità vengono condotte con riferimento alle prescrizioni riportate al paragrafo §4.2.4.2.1 delle NTC 2018 che pone dei limiti sia agli abbassamenti generati dalla combinazione di carico caratteristica (SLE rara) sia a quelli generati dai soli carichi variabili. Tali valori limite sono espressi come funzione della luce L dell'elemento che nel caso di elementi a sbalzo è pari al doppio della luce dello stesso.

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

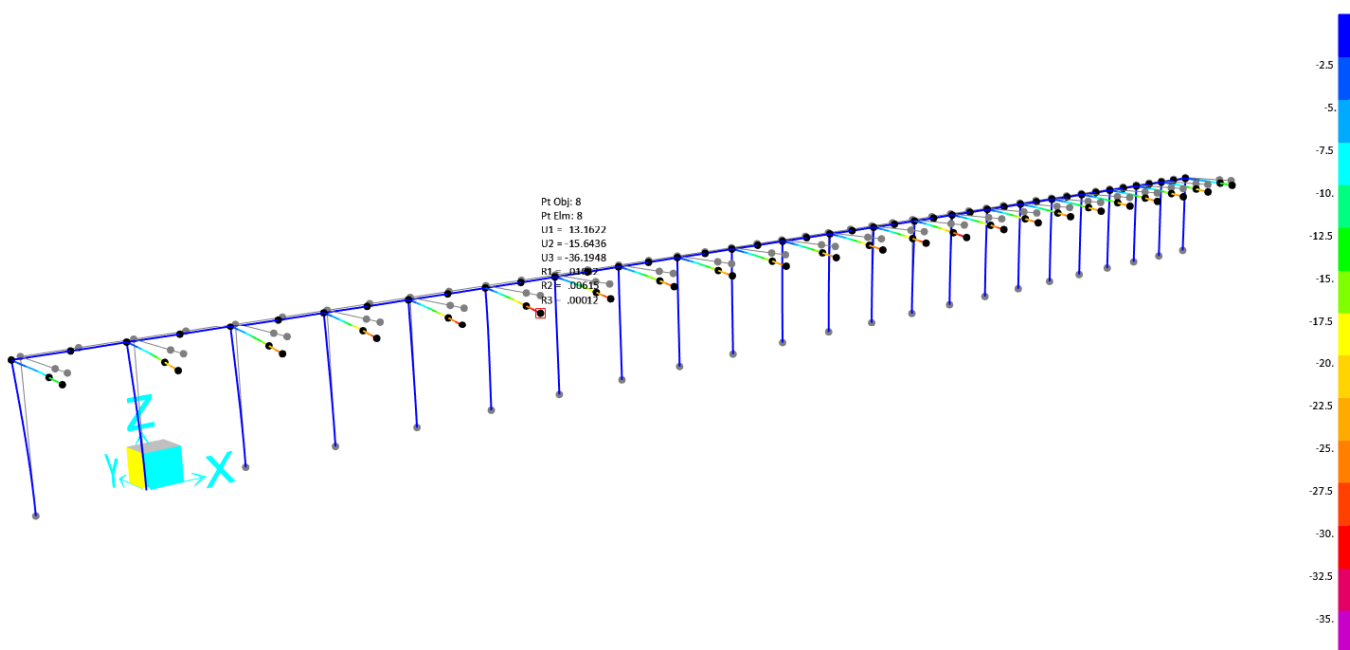
**Figura 27. Limiti di deformabilità**

Si considera il caso di coperture in generale, essendo in questo caso la copertura accessibile solo per manutenzione. Si decide inoltre a favore di sicurezza di effettuare la verifica con gli spostamenti assoluti e non con quelli relativi.



Trave principali a sbalzo

Nell'immagine a seguire si riporta lo spostamento verticale massimo delle travi principali a sbalzo per le combinazioni SLE rare.



Il massimo spostamento verticale (assoluto) per le combinazioni SLE rare è:

$$U_{3 \max, perm+var} = 36.20 \text{ mm.}$$

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	58 di 80

Alle travi principali a sbalzo dalle colonne viene data una monta iniziale pari allo spostamento assoluto massimo della trave sotto i soli carichi permanenti  $G_{1k}$  e  $G_{2k}$  (considerando un peso proprio degli elementi  $G_{1k}$  incrementato del 10% per tener conto del peso delle unioni) dovuto alla sola inflessione della trave, di cui si riporta di seguito il calcolo.

**Calcolo monta della trave, pari allo spostamento verticale dell'estremo per i soli pesi permanenti  $g_1 + 1.1g_2$** 
**Materiali**

$f_{yk}$	=	355.00 MPa
$\gamma_{M0}$	=	1.05
$f_{yd}$	=	338.10 MPa
$E_s$	=	210000.00 MPa
$G$	=	80769.23 MPa

Sezione trave IPE 330

$I$	=	117700000.00 mm <sup>4</sup>	momento inerzia
-----	---	------------------------------	-----------------

**Carichi a metro lineare**

$i$	=	4.00 m	interasse travi
$L$	=	4.00 m	luce di calcolo
$g_2$	=	1.00 kN/mq	permanentemente portati (inclusi gli arcarecci)
$g_2$	=	4.00 kN/m	permanentemente portati $g_2$
$g_1$	=	0.49 kN/m	peso proprio trave
$g_1 * 1.1$	=	0.54 kN/m	peso proprio trave incrementato del 10%

**Spostamento massimo, pari alla monta iniziale**

$$\delta_c = \frac{p L^4}{8 EI} = 5.88 \text{ mm}$$

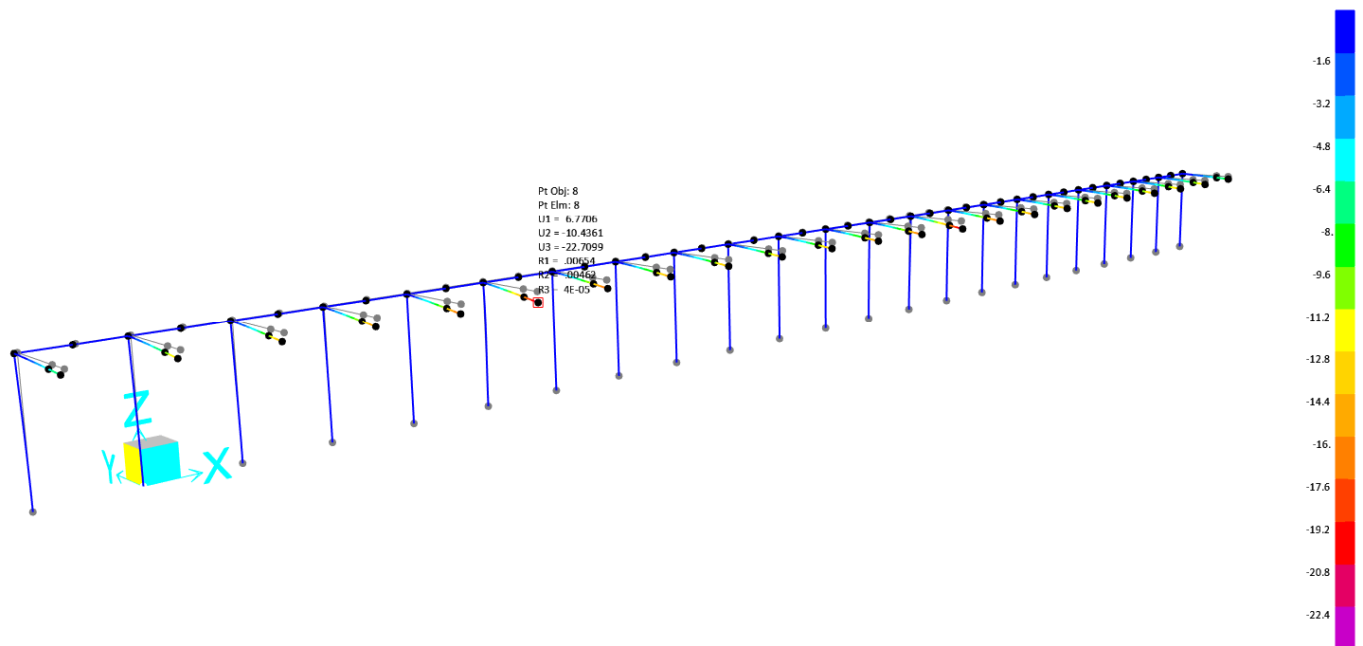
Come riportato di seguito, il massimo spostamento verticale (assoluto) dovuto alla somma dei carichi permanenti e di quelli variabili, depurato della monta iniziale, risulta inferiore al valore limite, ottenuto considerando una lunghezza di riferimento pari al doppio della lunghezza della trave, essendo essa a sbalzo:

$$\delta_{max} = U_{3max,perm+var} - U_{3,mona} = 36.20 \text{ mm} - 5.88 \text{ mm} = 30.32 \text{ mm} < \frac{L_{rif}}{200} = \frac{4000 * 2}{200} = 40.00 \text{ mm}$$

**Verifica soddisfatta**

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	59 di 80

Nell'immagine a seguire si riporta lo spostamento verticale massimo delle travi principali a sbalzo dalle colonne per i soli carichi permanenti  $G_{1k}$  e  $G_{2k}$ , considerando un peso proprio degli elementi  $G_{1k}$  incrementato del 10% per tener conto del peso delle unioni.



Il massimo spostamento verticale (assoluto) all'estremità della trave per per i soli carichi permanenti  $G_{1k}$  e  $G_{2k}$  (il primo incrementato del 10%) è:


$$U_{3max,perm} = 22.71 \text{ mm.}$$

Il massimo spostamento verticale (assoluto) dovuto ai soli carichi variabili, considerando una lunghezza di riferimento pari al doppio della lunghezza della trave, essendo essa a sbalzo, è pari a:

$$\delta_{max,var} = U_{3max,perm+var} - U_{3max,perm} = 36.20 \text{ mm} - 22.71 \text{ mm} = 13.49$$

$$< \delta_{var,max} = \frac{L_{rif}}{250} = \frac{4000 * 2}{250} = 32.00 \text{ mm}$$

**Verifica soddisfatta**

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>					
	<b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA NT01	LOTTO 03	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FV 0303 002	REV. A	FOGLIO 60 di 80

#### 4.5 Verifica degli spostamenti di piano (drift) per condizioni di carico non sismiche

La valutazione degli spostamenti di piano, oltre che per le condizioni di carico sismiche, va effettuata anche con riferimento alla combinazione caratteristica. I valori limite degli spostamenti laterali massimi ammissibili sono riportati nella tabella di seguito riportata che fa riferimento alle prescrizioni del paragrafo 4.2.4.2.2 delle NTC2018.

##### 4.2.4.2.2 Spostamenti laterali

Negli edifici gli spostamenti laterali alla sommità delle colonne per le combinazioni caratteristiche delle azioni devono generalmente limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio da valutarsi in funzione degli effetti sugli elementi portati, della qualità del comfort richiesto alla costruzione, delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti.

In assenza di più precise indicazioni si possono adottare i limiti per gli spostamenti orizzontali indicati in Tab. 4.2.XIII ( $\Delta$  spostamento in sommità;  $\delta$  spostamento relativo di piano – Fig. 4.2.4).

Tab. 4.2.XIII - Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carro-ponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

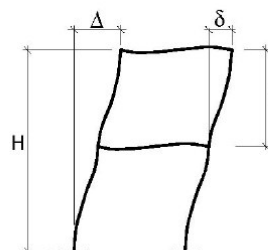
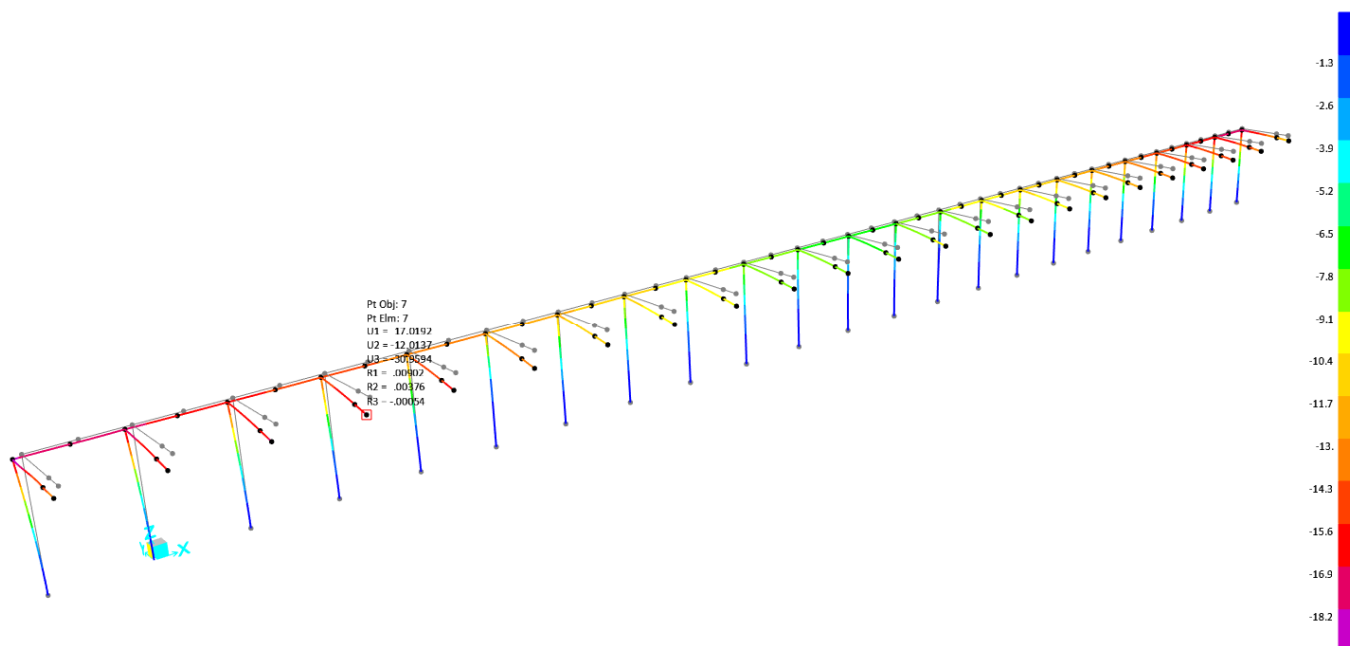


Fig. 4.2.4 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

In fase di verifica si prendono a riferimento i limiti associati al caso di altri edifici monopiano.

Nell'immagine seguente si riportano gli spostamenti orizzontali massimi in direzione longitudinale e poi in trasversale, per la combinazione SLE rara.

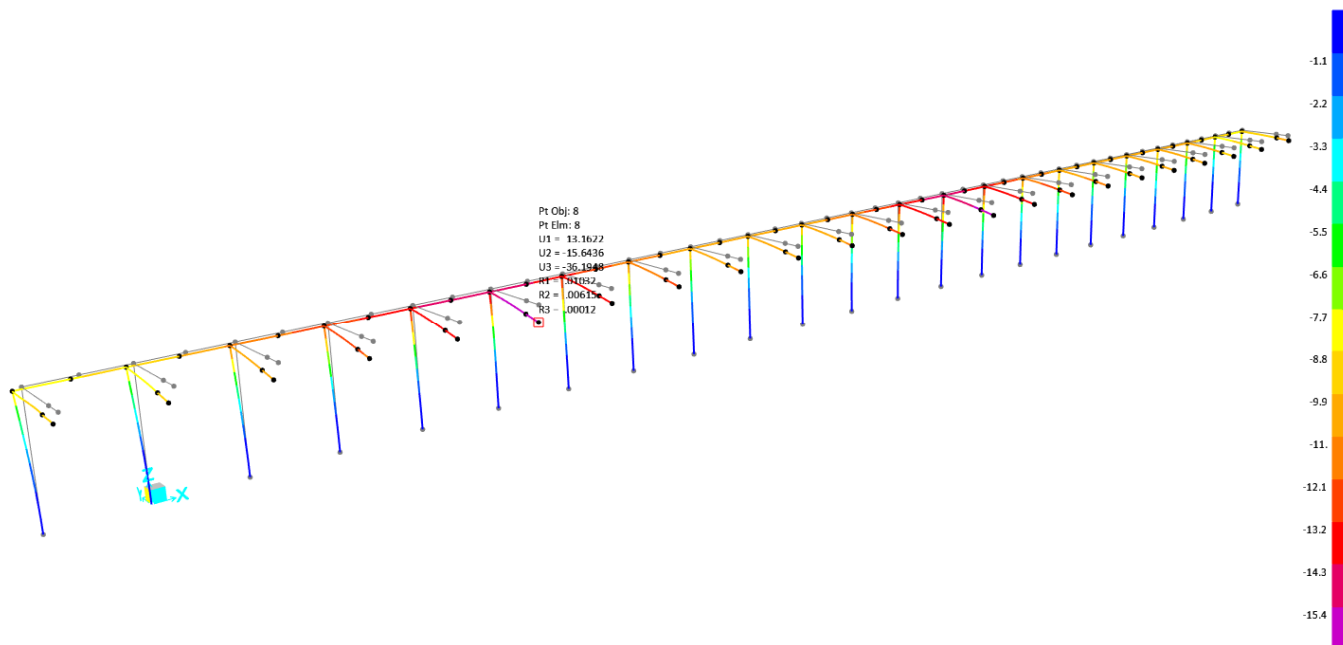


**Figura 28. Spostamenti in direzione X**

Il massimo spostamento in direzione X è pari a 17.02 mm. Considerando un'altezza di interpiano pari all'estradosso delle travi portanti a sbalzo dalle colonne, si ottiene un drift di piano in direzione X pari a:

$$\delta_{x,max} = 17.02mm < \delta_{lim} = \frac{h}{300} = \frac{5960}{300} = 19.86 mm$$

**La verifica in direzione X è quindi soddisfatta.**




**Figura 29. Spostamenti in direzione Y**

Il massimo spostamento in direzione Y è pari a 15.65 mm. Considerando un'altezza di interpiano pari all'estradosso delle travi portanti a sbalzo dalle colonne, si ottiene un drift di piano in direzione Y pari a:

$$\delta_{x,max} = 15.65\text{mm} < \delta_{lim} = \frac{h}{300} = \frac{5960}{300} = 19.86\text{ mm}$$

**La verifica in direzione Y è quindi soddisfatta.**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RELAZIONI DI CALCOLO STRUTTURE</b>					
	<b>COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI</b>					
Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	63 di 80

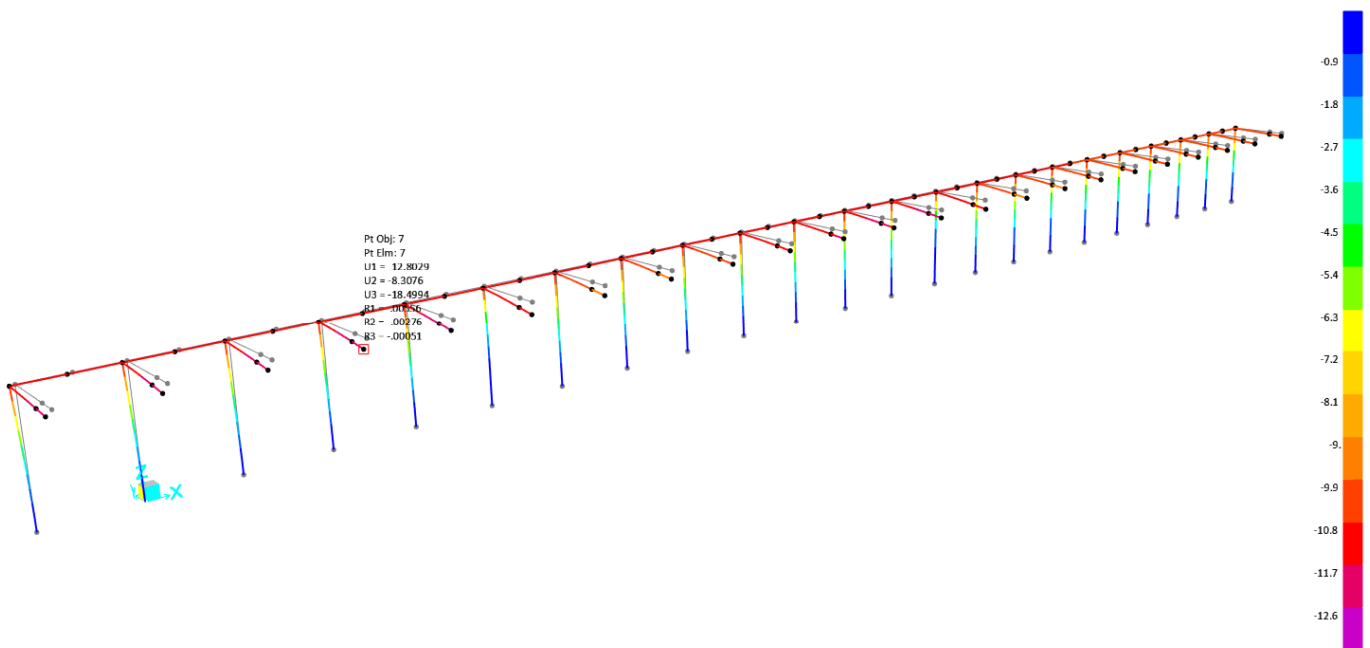
#### 4.6 Verifica degli spostamenti di piano per condizioni di carico sismiche

La valutazione degli spostamenti di piano in condizioni di carico sismiche, va effettuata rispettando le prescrizioni previste dalle NTC 2018 al paragrafo § 7.3.6.1. Trattandosi di costruzione in classe d'uso III, il valore limite di spostamento orizzontale per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa è pari a:

$$d_r < \frac{2}{3} \cdot (0,005 h) = \frac{2}{3} \cdot 0,005 \cdot 5960 = 19.86 \text{ mm}$$

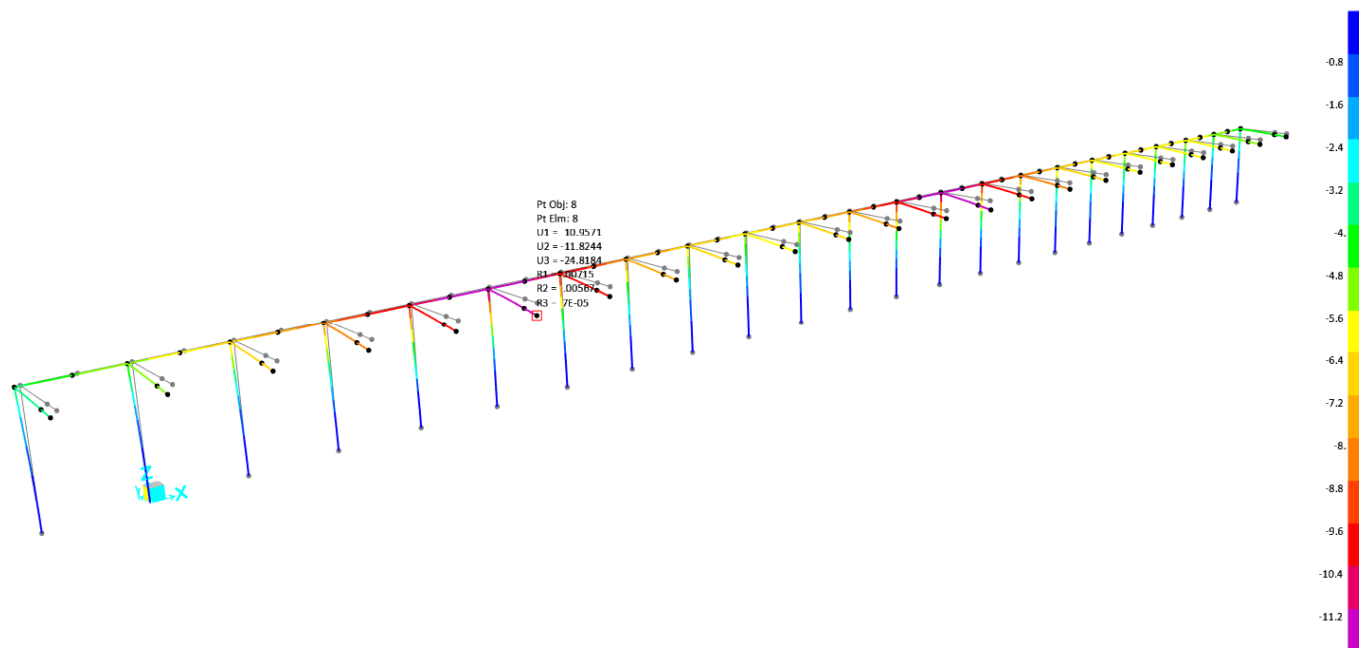
Nella formula sopra riportata, con  $d_r$  si indica lo spostamento interpiano ottenuto dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO.

Si riportano di seguito gli spostamenti massimi ottenuti dall'involuppo delle condizioni di carico sismiche, prima in direzione longitudinale e poi in trasversale.



**Figura 30. Spostamenti in direzione X in condizioni sismiche**

Il massimo spostamento in direzione X in condizioni sismiche è pari a 12.80 mm, pertanto **la verifica è soddisfatta.**

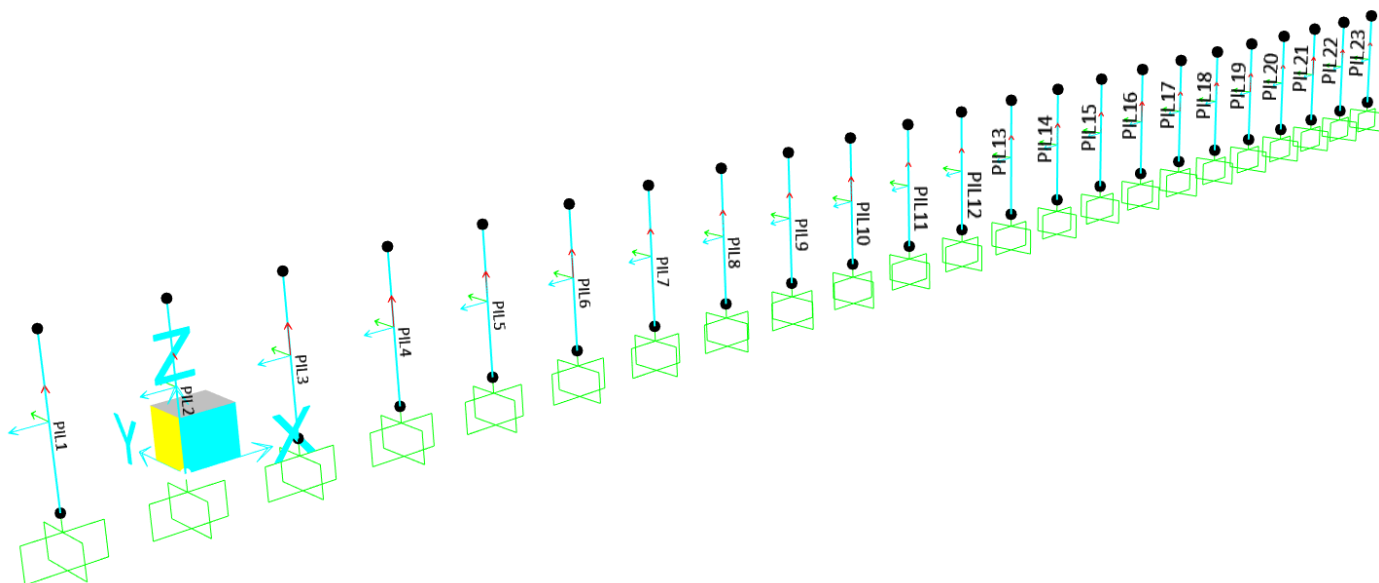


**Figura 31. Spostamenti in direzione Y in condizioni sismiche.**

Il massimo spostamento in direzione Y in condizioni sismiche è pari a 11.82 mm, pertanto **la verifica è soddisfatta.**



## 5 SCARICHI COLONNE



Load Case	Descrizione del carico
DEAD	Peso proprio elementi strutturali
G2	Carico permanente non strutturale copertura
Q1.1	Azione del vento: pressione sulla copertura
Q1.2	Azione del vento: depressione sulla copertura
Q2	Neve
Q3	Manutenzione
Dt	Variazione uniforme di temperatura positiva
SLV_X	Sisma all'SLV in direzione X
SLV_Y	Sisma all'SLV in direzione Y
SLV_Z	Sisma all'SLV in direzione Z
SLO_X	Sisma all'SLO in direzione X
SLO_Y	Sisma all'SLO in direzione Y
SLO_Z	Sisma all'SLO in direzione Z
SLD_X	Sisma all'SLD in direzione X
SLD_Y	Sisma all'SLD in direzione Y
SLD_Z	Sisma all'SLD in direzione Z
Ecc	Rottura della catenaria

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	66 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL1	0	DEAD	LinStatic			-13.17	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL1-1	0
PIL1	0	G2	LinStatic			-8.00	-0.25	2.18	-0.02	13.02	-17.52	PIL1-1	0
PIL1	0	Q1.1	LinStatic			-1.51	-3.55	-3.16	0.00	-9.42	-16.11	PIL1-1	0
PIL1	0	Q1.2	LinStatic			9.05	-1.23	-3.15	0.02	-9.35	29.40	PIL1-1	0
PIL1	0	Q2	LinStatic			-4.00	-0.59	0.00	-0.01	-0.02	-11.49	PIL1-1	0
PIL1	0	Q3	LinStatic			-3.84	-0.56	0.00	-0.01	-0.02	-11.03	PIL1-1	0
PIL1	0	Dt	LinStatic			0.00	-6.04	3.68	0.07	21.91	-36.00	PIL1-1	0
PIL1	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.08	1.67	5.83	0.01	34.75	10.23	PIL1-1	0
PIL1	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.00	2.53	0.01	0.01	0.07	17.26	PIL1-1	0
PIL1	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.26	0.23	0.00	0.00	0.01	1.26	PIL1-1	0
PIL1	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.38	1.33	0.00	7.91	2.34	PIL1-1	0
PIL1	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.39	0.87	0.00	0.01	0.03	5.83	PIL1-1	0
PIL1	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.26	PIL1-1	0
PIL1	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.60	2.09	0.00	12.46	3.68	PIL1-1	0
PIL1	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.47	1.11	0.01	0.01	0.04	7.44	PIL1-1	0
PIL1	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.38	PIL1-1	0
PIL1	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL1-1	0
PIL2	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL2-1	0
PIL2	0	G2	LinStatic			-16.00	1.42	2.19	-0.02	13.03	-23.56	PIL2-1	0
PIL2	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-2.86	-3.16	0.00	-9.42	-16.53	PIL2-1	0
PIL2	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-5.37	-3.15	0.01	-9.37	31.87	PIL2-1	0
PIL2	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.63	0.00	0.00	-0.01	-12.22	PIL2-1	0
PIL2	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.61	0.00	0.00	-0.01	-11.73	PIL2-1	0
PIL2	0	Dt	LinStatic			0.00	0.53	3.31	0.03	19.73	3.18	PIL2-1	0
PIL2	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.10	0.75	5.83	0.01	34.77	4.69	PIL2-1	0
PIL2	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.87	2.35	0.01	0.01	0.07	16.83	PIL2-1	0
PIL2	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.37	0.22	0.00	0.00	0.01	1.18	PIL2-1	0
PIL2	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.17	1.33	0.00	7.91	1.08	PIL2-1	0
PIL2	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.66	0.84	0.00	0.00	0.03	5.71	PIL2-1	0
PIL2	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.24	PIL2-1	0
PIL2	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.27	2.09	0.00	12.46	1.69	PIL2-1	0
PIL2	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.85	1.07	0.01	0.01	0.03	7.30	PIL2-1	0
PIL2	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.11	0.06	0.00	0.00	0.00	0.35	PIL2-1	0
PIL2	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL2-1	0
PIL3	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL3-1	0
PIL3	0	G2	LinStatic			-16.00	-0.70	2.19	-0.02	13.06	-36.17	PIL3-1	0
PIL3	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.12	-3.16	0.00	-9.42	-18.10	PIL3-1	0
PIL3	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.80	-3.15	0.01	-9.39	41.24	PIL3-1	0
PIL3	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.17	0.00	0.00	-0.01	-14.99	PIL3-1	0
PIL3	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.16	0.00	0.00	-0.01	-14.39	PIL3-1	0
PIL3	0	Dt	LinStatic			0.00	2.28	2.96	0.00	17.63	13.59	PIL3-1	0
PIL3	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.05	0.20	5.84	0.01	34.79	1.30	PIL3-1	0
PIL3	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.77	3.10	0.01	0.01	0.07	22.04	PIL3-1	0
PIL3	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.38	0.28	0.00	0.00	0.01	1.32	PIL3-1	0
PIL3	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.05	1.33	0.00	7.92	0.32	PIL3-1	0
PIL3	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.63	1.09	0.00	0.00	0.03	7.45	PIL3-1	0
PIL3	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.28	PIL3-1	0
PIL3	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.07	2.09	0.00	12.47	0.48	PIL3-1	0
PIL3	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.81	1.39	0.01	0.01	0.03	9.53	PIL3-1	0
PIL3	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.08	0.00	0.00	0.00	0.39	PIL3-1	0
PIL3	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL3-1	0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	67 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL4	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL4-1	0
PIL4	0	G2	LinStatic			-16.00	-3.21	2.20	-0.02	13.08	-51.10	PIL4-1	0
PIL4	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.24	-3.16	0.00	-9.41	-18.79	PIL4-1	0
PIL4	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.11	-3.16	0.00	-9.40	45.34	PIL4-1	0
PIL4	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	-16.20	PIL4-1	0
PIL4	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.03	0.00	0.00	0.00	-15.55	PIL4-1	0
PIL4	0	Dt	LinStatic			0.00	1.93	2.62	0.00	15.60	11.48	PIL4-1	0
PIL4	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.07	5.84	0.01	34.82	0.45	PIL4-1	0
PIL4	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.04	4.09	0.01	0.01	0.07	29.06	PIL4-1	0
PIL4	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.40	0.32	0.00	0.00	0.01	1.49	PIL4-1	0
PIL4	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.02	1.33	0.00	7.92	0.12	PIL4-1	0
PIL4	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.72	1.41	0.00	0.00	0.03	9.78	PIL4-1	0
PIL4	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.31	PIL4-1	0
PIL4	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.03	2.09	0.00	12.48	0.17	PIL4-1	0
PIL4	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.93	1.80	0.01	0.01	0.03	12.51	PIL4-1	0
PIL4	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.10	0.00	0.00	0.00	0.44	PIL4-1	0
PIL4	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL4-1	0
PIL5	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL5-1	0
PIL5	0	G2	LinStatic			-16.00	-6.30	2.20	-0.02	13.13	-69.52	PIL5-1	0
PIL5	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.26	-3.16	0.00	-9.41	-18.95	PIL5-1	0
PIL5	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-2.95	-3.16	0.00	-9.41	46.31	PIL5-1	0
PIL5	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.08	0.00	0.00	0.00	-16.48	PIL5-1	0
PIL5	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.08	0.00	0.00	0.00	-15.82	PIL5-1	0
PIL5	0	Dt	LinStatic			0.00	1.08	2.28	-0.01	13.62	6.46	PIL5-1	0
PIL5	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.13	5.85	0.01	34.84	0.83	PIL5-1	0
PIL5	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.47	5.08	0.01	0.01	0.06	35.94	PIL5-1	0
PIL5	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.43	0.38	0.00	0.00	0.01	1.75	PIL5-1	0
PIL5	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.03	1.33	0.00	7.93	0.19	PIL5-1	0
PIL5	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.88	1.74	0.00	0.00	0.03	12.07	PIL5-1	0
PIL5	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.37	PIL5-1	0
PIL5	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.05	2.10	0.00	12.49	0.30	PIL5-1	0
PIL5	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.12	2.23	0.01	0.00	0.03	15.45	PIL5-1	0
PIL5	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.52	PIL5-1	0
PIL5	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL5-1	0
PIL6	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL6-1	0
PIL6	0	G2	LinStatic			-45.00	3.25	-8.76	0.00	-8.48	-60.79	PIL6-1	0
PIL6	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.26	-3.16	0.00	-9.41	-18.90	PIL6-1	0
PIL6	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.00	-3.16	0.00	-9.42	45.97	PIL6-1	0
PIL6	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.06	0.00	0.00	0.00	-16.38	PIL6-1	0
PIL6	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.06	0.00	0.00	0.00	-15.73	PIL6-1	0
PIL6	0	Dt	LinStatic			0.00	0.42	1.96	0.00	11.65	2.48	PIL6-1	0
PIL6	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.10	5.85	0.01	34.86	0.67	PIL6-1	0
PIL6	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.70	5.64	0.01	0.00	0.06	39.55	PIL6-1	0
PIL6	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		1.01	0.43	0.00	0.00	0.01	1.95	PIL6-1	0
PIL6	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.03	1.33	0.00	7.93	0.16	PIL6-1	0
PIL6	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.96	1.94	0.00	0.00	0.02	13.29	PIL6-1	0
PIL6	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.22	0.09	0.00	0.00	0.00	0.41	PIL6-1	0
PIL6	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.04	2.10	0.00	12.50	0.25	PIL6-1	0
PIL6	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.23	2.48	0.00	0.00	0.03	17.01	PIL6-1	0
PIL6	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.32	0.13	0.00	0.00	0.00	0.58	PIL6-1	0
PIL6	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL6-1	0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	68 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL7	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL7-1	0
PIL7	0	G2	LinStatic			-16.00	-5.90	2.23	0.02	13.26	-67.13	PIL7-1	0
PIL7	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.24	-3.16	0.00	-9.41	-18.80	PIL7-1	0
PIL7	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.10	-3.16	0.00	-9.42	45.38	PIL7-1	0
PIL7	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	-16.21	PIL7-1	0
PIL7	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.03	0.00	0.00	0.00	-15.56	PIL7-1	0
PIL7	0	Dt	LinStatic			0.00	0.06	1.63	0.00	9.70	0.34	PIL7-1	0
PIL7	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.05	5.85	0.01	34.85	0.37	PIL7-1	0
PIL7	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.38	4.94	0.01	0.01	0.06	35.06	PIL7-1	0
PIL7	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.42	0.36	0.00	0.00	0.01	1.70	PIL7-1	0
PIL7	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.93	0.10	PIL7-1	0
PIL7	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.84	1.69	0.00	0.00	0.02	11.77	PIL7-1	0
PIL7	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.36	PIL7-1	0
PIL7	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.02	2.10	0.00	12.49	0.15	PIL7-1	0
PIL7	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.08	2.17	0.00	0.00	0.03	15.07	PIL7-1	0
PIL7	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.51	PIL7-1	0
PIL7	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL7-1	0
PIL8	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL8-1	0
PIL8	0	G2	LinStatic			-16.00	-2.70	2.22	0.02	13.20	-48.08	PIL8-1	0
PIL8	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	-18.72	PIL8-1	0
PIL8	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.18	-3.16	0.00	-9.42	44.94	PIL8-1	0
PIL8	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-16.08	PIL8-1	0
PIL8	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.01	0.00	0.00	0.00	-15.43	PIL8-1	0
PIL8	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.07	1.30	0.00	7.75	-0.44	PIL8-1	0
PIL8	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.03	5.85	0.01	34.84	0.24	PIL8-1	0
PIL8	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.99	4.02	0.01	0.01	0.05	28.39	PIL8-1	0
PIL8	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.39	0.31	0.00	0.00	0.01	1.45	PIL8-1	0
PIL8	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.93	0.08	PIL8-1	0
PIL8	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.71	1.39	0.00	0.00	0.02	9.55	PIL8-1	0
PIL8	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.30	PIL8-1	0
PIL8	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	2.10	0.00	12.49	0.10	PIL8-1	0
PIL8	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.91	1.77	0.00	0.00	0.02	12.22	PIL8-1	0
PIL8	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.43	PIL8-1	0
PIL8	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL8-1	0
PIL9	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL9-1	0
PIL9	0	G2	LinStatic			-16.00	-0.62	2.20	0.01	13.13	-35.70	PIL9-1	0
PIL9	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.69	PIL9-1	0
PIL9	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.21	-3.16	0.00	-9.41	44.71	PIL9-1	0
PIL9	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-16.01	PIL9-1	0
PIL9	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.37	PIL9-1	0
PIL9	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.09	0.97	0.00	5.81	-0.51	PIL9-1	0
PIL9	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.03	5.84	0.01	34.83	0.27	PIL9-1	0
PIL9	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.79	3.39	0.01	0.01	0.04	23.47	PIL9-1	0
PIL9	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.39	0.29	0.00	0.00	0.01	1.36	PIL9-1	0
PIL9	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.93	0.09	PIL9-1	0
PIL9	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.65	1.19	0.00	0.00	0.01	7.93	PIL9-1	0
PIL9	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.28	PIL9-1	0
PIL9	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	2.10	0.00	12.49	0.12	PIL9-1	0
PIL9	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.83	1.52	0.00	0.00	0.02	10.14	PIL9-1	0
PIL9	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.41	PIL9-1	0
PIL9	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL9-1	0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	69 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL10	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL10-1	0
PIL10	0	G2	LinStatic			-16.00	0.05	2.19	0.00	13.07	-31.70	PIL10-1	0
PIL10	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.67	PIL10-1	0
PIL10	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	44.62	PIL10-1	0
PIL10	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.98	PIL10-1	0
PIL10	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.34	PIL10-1	0
PIL10	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.06	0.65	0.00	3.87	-0.34	PIL10-1	0
PIL10	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.03	5.84	0.01	34.83	0.30	PIL10-1	0
PIL10	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.75	3.20	0.00	0.00	0.03	21.91	PIL10-1	0
PIL10	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.39	0.29	0.00	0.00	0.00	1.37	PIL10-1	0
PIL10	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.92	0.10	PIL10-1	0
PIL10	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.63	1.13	0.00	0.00	0.01	7.42	PIL10-1	0
PIL10	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.29	PIL10-1	0
PIL10	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.01	2.10	0.00	12.48	0.13	PIL10-1	0
PIL10	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.81	1.44	0.00	0.00	0.01	9.49	PIL10-1	0
PIL10	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.41	PIL10-1	0
PIL10	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL10-1	0
PIL11	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL11-1	0
PIL11	0	G2	LinStatic			-16.00	-0.67	2.18	-0.01	13.02	-35.96	PIL11-1	0
PIL11	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.67	PIL11-1	0
PIL11	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	44.61	PIL11-1	0
PIL11	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.98	PIL11-1	0
PIL11	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.34	PIL11-1	0
PIL11	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.03	0.32	0.00	1.93	-0.19	PIL11-1	0
PIL11	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.02	5.84	0.01	34.82	0.22	PIL11-1	0
PIL11	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.80	3.37	0.01	0.01	0.03	23.54	PIL11-1	0
PIL11	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.39	0.29	0.00	0.00	0.00	1.38	PIL11-1	0
PIL11	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.92	0.07	PIL11-1	0
PIL11	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.65	1.18	0.00	0.00	0.01	7.95	PIL11-1	0
PIL11	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.29	PIL11-1	0
PIL11	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	2.10	0.00	12.48	0.09	PIL11-1	0
PIL11	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.83	1.51	0.00	0.00	0.02	10.17	PIL11-1	0
PIL11	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.41	PIL11-1	0
PIL11	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL11-1	0
PIL12	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL12-1	0
PIL12	0	G2	LinStatic			-16.00	-2.77	2.18	-0.02	12.98	-48.49	PIL12-1	0
PIL12	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.67	PIL12-1	0
PIL12	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	44.61	PIL12-1	0
PIL12	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.98	PIL12-1	0
PIL12	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.34	PIL12-1	0
PIL12	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.13	PIL12-1	0
PIL12	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.02	5.84	0.01	34.82	0.11	PIL12-1	0
PIL12	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.01	3.93	0.01	0.01	0.05	27.85	PIL12-1	0
PIL12	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.40	0.31	0.00	0.00	0.00	1.45	PIL12-1	0
PIL12	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.00	0.00	1.33	0.00	7.92	0.03	PIL12-1	0
PIL12	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.71	1.36	0.00	0.00	0.02	9.37	PIL12-1	0
PIL12	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.30	PIL12-1	0
PIL12	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.00	0.01	2.09	0.00	12.48	0.04	PIL12-1	0
PIL12	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.91	1.74	0.00	0.00	0.02	11.99	PIL12-1	0
PIL12	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.43	PIL12-1	0
PIL12	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL12-1	0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	70 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL13	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL13-1	0
PIL13	0	G2	LinStatic			-16.00	-5.92	2.18	-0.02	12.99	-67.27	PIL13-1	0
PIL13	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.67	PIL13-1	0
PIL13	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	44.61	PIL13-1	0
PIL13	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.98	PIL13-1	0
PIL13	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.34	PIL13-1	0
PIL13	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.03	-0.32	0.00	-1.93	-0.19	PIL13-1	0
PIL13	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.02	5.84	0.01	34.82	0.18	PIL13-1	0
PIL13	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.35	4.78	0.01	0.01	0.06	33.74	PIL13-1	0
PIL13	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.42	0.36	0.00	0.00	0.01	1.65	PIL13-1	0
PIL13	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.92	0.05	PIL13-1	0
PIL13	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.84	1.64	0.00	0.00	0.02	11.34	PIL13-1	0
PIL13	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.35	PIL13-1	0
PIL13	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	2.10	0.00	12.48	0.07	PIL13-1	0
PIL13	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.07	2.10	0.00	0.00	0.03	14.51	PIL13-1	0
PIL13	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.49	PIL13-1	0
PIL13	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL13-1	0
PIL14	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL14-1	0
PIL14	0	G2	LinStatic			-45.00	3.41	-8.79	0.00	-8.67	-59.81	PIL14-1	0
PIL14	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.67	PIL14-1	0
PIL14	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	44.62	PIL14-1	0
PIL14	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.98	PIL14-1	0
PIL14	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.34	PIL14-1	0
PIL14	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.06	-0.65	0.00	-3.87	-0.34	PIL14-1	0
PIL14	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.02	5.84	0.01	34.83	0.21	PIL14-1	0
PIL14	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.61	5.42	0.01	0.00	0.06	38.13	PIL14-1	0
PIL14	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		1.02	0.41	0.00	0.00	0.01	1.88	PIL14-1	0
PIL14	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.93	0.07	PIL14-1	0
PIL14	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.93	1.86	0.00	0.00	0.02	12.81	PIL14-1	0
PIL14	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.22	0.09	0.00	0.00	0.00	0.39	PIL14-1	0
PIL14	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	2.10	0.00	12.48	0.09	PIL14-1	0
PIL14	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.18	2.38	0.00	0.00	0.02	16.40	PIL14-1	0
PIL14	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.32	0.12	0.00	0.00	0.00	0.56	PIL14-1	0
PIL14	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL14-1	0
PIL15	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL15-1	0
PIL15	0	G2	LinStatic			-16.00	-5.97	2.19	0.02	13.03	-67.55	PIL15-1	0
PIL15	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.22	-3.16	0.00	-9.41	-18.69	PIL15-1	0
PIL15	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.21	-3.16	0.00	-9.41	44.71	PIL15-1	0
PIL15	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-16.01	PIL15-1	0
PIL15	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.37	PIL15-1	0
PIL15	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.09	-0.97	0.00	-5.81	-0.51	PIL15-1	0
PIL15	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.02	5.84	0.01	34.80	0.18	PIL15-1	0
PIL15	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.43	5.00	0.01	0.01	0.05	35.62	PIL15-1	0
PIL15	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.42	0.36	0.00	0.00	0.01	1.73	PIL15-1	0
PIL15	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.92	0.05	PIL15-1	0
PIL15	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.86	1.71	0.00	0.00	0.02	11.96	PIL15-1	0
PIL15	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.09	0.08	0.00	0.00	0.00	0.36	PIL15-1	0
PIL15	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	2.09	0.00	12.47	0.07	PIL15-1	0
PIL15	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.10	2.19	0.00	0.00	0.03	15.31	PIL15-1	0
PIL15	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.51	PIL15-1	0
PIL15	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL15-1	0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	71 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL16	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL16-1	0
PIL16	0	G2	LinStatic			-16.00	-2.98	2.17	0.02	12.93	-49.74	PIL16-1	0
PIL16	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.23	-3.16	0.00	-9.41	-18.72	PIL16-1	0
PIL16	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.18	-3.16	0.00	-9.41	44.94	PIL16-1	0
PIL16	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-16.08	PIL16-1	0
PIL16	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.01	0.00	0.00	0.00	-15.43	PIL16-1	0
PIL16	0	Dt	LinStatic			0.00	-0.07	-1.30	0.00	-7.75	-0.44	PIL16-1	0
PIL16	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.04	5.83	0.01	34.77	0.27	PIL16-1	0
PIL16	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.13	4.30	0.01	0.01	0.06	30.87	PIL16-1	0
PIL16	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.40	0.31	0.00	0.00	0.01	1.55	PIL16-1	0
PIL16	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.33	0.00	7.91	0.07	PIL16-1	0
PIL16	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.75	1.48	0.00	0.00	0.02	10.37	PIL16-1	0
PIL16	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.32	PIL16-1	0
PIL16	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.02	2.09	0.00	12.46	0.10	PIL16-1	0
PIL16	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.96	1.89	0.00	0.00	0.03	13.27	PIL16-1	0
PIL16	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.46	PIL16-1	0
PIL16	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL16-1	0
PIL17	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL17-1	0
PIL17	0	G2	LinStatic			-16.00	-1.00	2.15	0.01	12.82	-37.95	PIL17-1	0
PIL17	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.24	-3.16	0.00	-9.41	-18.80	PIL17-1	0
PIL17	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.10	-3.16	0.00	-9.41	45.38	PIL17-1	0
PIL17	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	-16.21	PIL17-1	0
PIL17	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.03	0.00	0.00	0.00	-15.56	PIL17-1	0
PIL17	0	Dt	LinStatic			0.00	0.06	-1.63	0.00	-9.70	0.34	PIL17-1	0
PIL17	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.07	5.83	0.01	34.75	0.47	PIL17-1	0
PIL17	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.93	3.75	0.01	0.01	0.07	26.75	PIL17-1	0
PIL17	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.39	0.30	0.00	0.00	0.01	1.48	PIL17-1	0
PIL17	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.02	1.33	0.00	7.91	0.12	PIL17-1	0
PIL17	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.69	1.30	0.00	0.00	0.03	9.01	PIL17-1	0
PIL17	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.31	PIL17-1	0
PIL17	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.03	2.09	0.00	12.46	0.18	PIL17-1	0
PIL17	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.88	1.66	0.01	0.00	0.03	11.53	PIL17-1	0
PIL17	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.44	PIL17-1	0
PIL17	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL17-1	0
PIL18	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL18-1	0
PIL18	0	G2	LinStatic			-16.00	-0.10	2.14	0.00	12.73	-32.58	PIL18-1	0
PIL18	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.26	-3.16	0.00	-9.41	-18.90	PIL18-1	0
PIL18	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.00	-3.16	0.00	-9.41	45.97	PIL18-1	0
PIL18	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.06	0.00	0.00	0.00	-16.38	PIL18-1	0
PIL18	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.06	0.00	0.00	0.00	-15.73	PIL18-1	0
PIL18	0	Dt	LinStatic			0.00	0.42	-1.96	0.00	-11.65	2.48	PIL18-1	0
PIL18	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.10	5.83	0.01	34.72	0.66	PIL18-1	0
PIL18	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.94	3.51	0.01	0.01	0.08	24.71	PIL18-1	0
PIL18	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.40	0.32	0.00	0.00	0.01	1.54	PIL18-1	0
PIL18	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.02	1.33	0.00	7.90	0.17	PIL18-1	0
PIL18	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.70	1.23	0.00	0.00	0.03	8.35	PIL18-1	0
PIL18	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.07	0.00	0.00	0.00	0.32	PIL18-1	0
PIL18	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.04	2.09	0.00	12.45	0.25	PIL18-1	0
PIL18	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.89	1.58	0.01	0.00	0.04	10.68	PIL18-1	0
PIL18	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.46	PIL18-1	0
PIL18	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL18-1	0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT0I	03	D26CL	FV 0303 002	A	72 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL19	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL19-1	0
PIL19	0	G2	LinStatic			-16.00	0.15	2.13	0.00	12.66	-31.12	PIL19-1	0
PIL19	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.26	-3.16	0.00	-9.41	-18.95	PIL19-1	0
PIL19	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-2.95	-3.16	0.00	-9.41	46.31	PIL19-1	0
PIL19	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.08	0.00	0.00	0.00	-16.48	PIL19-1	0
PIL19	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.08	0.00	0.00	0.00	-15.82	PIL19-1	0
PIL19	0	Dt	LinStatic			0.00	1.08	-2.28	0.01	-13.62	6.46	PIL19-1	0
PIL19	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.11	5.82	0.01	34.70	0.72	PIL19-1	0
PIL19	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.12	3.52	0.01	0.01	0.08	24.60	PIL19-1	0
PIL19	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.41	0.35	0.00	0.00	0.01	1.68	PIL19-1	0
PIL19	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.03	1.33	0.00	7.90	0.17	PIL19-1	0
PIL19	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.76	1.25	0.01	0.00	0.03	8.33	PIL19-1	0
PIL19	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.35	PIL19-1	0
PIL19	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.04	2.09	0.00	12.44	0.26	PIL19-1	0
PIL19	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.98	1.59	0.01	0.00	0.04	10.66	PIL19-1	0
PIL19	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.13	0.10	0.00	0.00	0.00	0.50	PIL19-1	0
PIL19	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL19-1	0
PIL20	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL20-1	0
PIL20	0	G2	LinStatic			-16.00	0.21	2.12	0.00	12.62	-30.73	PIL20-1	0
PIL20	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.24	-3.16	0.00	-9.41	-18.79	PIL20-1	0
PIL20	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.11	-3.16	0.00	-9.42	45.34	PIL20-1	0
PIL20	0	Q2	LinStatic			-8.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	-16.20	PIL20-1	0
PIL20	0	Q3	LinStatic			-7.68	-0.03	0.00	0.00	0.00	-15.55	PIL20-1	0
PIL20	0	Dt	LinStatic			0.00	1.93	-2.62	0.00	-15.60	11.48	PIL20-1	0
PIL20	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.05	5.82	0.01	34.68	0.35	PIL20-1	0
PIL20	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.20	3.47	0.01	0.01	0.08	24.68	PIL20-1	0
PIL20	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.42	0.36	0.00	0.00	0.01	1.74	PIL20-1	0
PIL20	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.01	0.01	1.32	0.00	7.89	0.10	PIL20-1	0
PIL20	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.79	1.23	0.01	0.00	0.03	8.35	PIL20-1	0
PIL20	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.36	PIL20-1	0
PIL20	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.02	2.09	0.00	12.43	0.13	PIL20-1	0
PIL20	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		1.01	1.57	0.01	0.00	0.04	10.69	PIL20-1	0
PIL20	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.52	PIL20-1	0
PIL20	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL20-1	0
PIL21	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL21-1	0
PIL21	0	G2	LinStatic			-16.00	0.50	2.11	0.00	12.59	-29.01	PIL21-1	0
PIL21	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-3.12	-3.16	0.00	-9.41	-18.10	PIL21-1	0
PIL21	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-3.80	-3.16	-0.01	-9.44	41.24	PIL21-1	0
PIL21	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.17	0.00	0.00	0.01	-14.99	PIL21-1	0
PIL21	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.16	0.00	0.00	0.01	-14.39	PIL21-1	0
PIL21	0	Dt	LinStatic			0.00	2.28	-2.96	0.00	-17.63	13.59	PIL21-1	0
PIL21	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.05	0.21	5.82	0.01	34.66	1.35	PIL21-1	0
PIL21	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		2.04	3.11	0.01	0.01	0.08	23.10	PIL21-1	0
PIL21	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.39	0.31	0.00	0.00	0.01	1.59	PIL21-1	0
PIL21	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.05	1.32	0.00	7.89	0.32	PIL21-1	0
PIL21	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.72	1.10	0.01	0.00	0.03	7.81	PIL21-1	0
PIL21	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.33	PIL21-1	0
PIL21	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.08	2.08	0.00	12.42	0.49	PIL21-1	0
PIL21	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.92	1.40	0.01	0.00	0.04	9.98	PIL21-1	0
PIL21	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.47	PIL21-1	0
PIL21	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL21-1	0



Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	73 di 80

**TABLE: Element Forces - Frames**

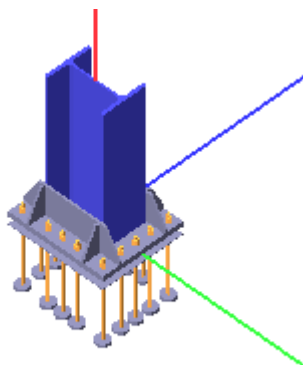
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	Unitless	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
PIL22	0	DEAD	LinStatic			-14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL22-1	0
PIL22	0	G2	LinStatic			-16.00	1.31	2.11	0.01	12.58	-24.19	PIL22-1	0
PIL22	0	Q1.1	LinStatic			-3.03	-2.86	-3.16	0.00	-9.41	-16.53	PIL22-1	0
PIL22	0	Q1.2	LinStatic			18.09	-5.37	-3.17	-0.01	-9.46	31.87	PIL22-1	0
PIL22	0	Q2	LinStatic			-8.00	0.63	0.00	0.00	0.01	-12.22	PIL22-1	0
PIL22	0	Q3	LinStatic			-7.68	0.61	0.00	0.00	0.01	-11.73	PIL22-1	0
PIL22	0	Dt	LinStatic			0.00	0.53	-3.31	-0.03	-19.73	3.18	PIL22-1	0
PIL22	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.10	0.75	5.81	0.01	34.63	4.70	PIL22-1	0
PIL22	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		1.99	2.64	0.02	0.01	0.09	19.43	PIL22-1	0
PIL22	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.38	0.23	0.00	0.00	0.01	1.25	PIL22-1	0
PIL22	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.17	1.32	0.00	7.88	1.08	PIL22-1	0
PIL22	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.70	0.94	0.01	0.00	0.03	6.57	PIL22-1	0
PIL22	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.26	PIL22-1	0
PIL22	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.04	0.27	2.08	0.00	12.42	1.69	PIL22-1	0
PIL22	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.90	1.19	0.01	0.00	0.04	8.40	PIL22-1	0
PIL22	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.12	0.07	0.00	0.00	0.00	0.37	PIL22-1	0
PIL22	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL22-1	0
PIL23	0	DEAD	LinStatic			-13.17	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.24	PIL23-1	0
PIL23	0	G2	LinStatic			-8.00	-1.25	2.11	0.01	12.57	-23.42	PIL23-1	0
PIL23	0	Q1.1	LinStatic			-1.51	-3.55	-3.16	0.00	-9.40	-16.11	PIL23-1	0
PIL23	0	Q1.2	LinStatic			9.05	-1.23	-3.17	-0.02	-9.47	29.40	PIL23-1	0
PIL23	0	Q2	LinStatic			-4.00	-0.59	0.00	0.01	0.02	-11.49	PIL23-1	0
PIL23	0	Q3	LinStatic			-3.84	-0.56	0.00	0.01	0.02	-11.03	PIL23-1	0
PIL23	0	Dt	LinStatic			0.00	-6.04	-3.68	-0.07	-21.91	-36.00	PIL23-1	0
PIL23	0	SLV_X	LinRespSpec	Max		0.08	1.66	5.81	0.01	34.61	10.18	PIL23-1	0
PIL23	0	SLV_Y	LinRespSpec	Max		0.92	2.43	0.02	0.01	0.09	16.28	PIL23-1	0
PIL23	0	SLV_Z	LinRespSpec	Max		0.26	0.20	0.00	0.00	0.01	0.99	PIL23-1	0
PIL23	0	SLO_X	LinRespSpec	Max		0.02	0.38	1.32	0.00	7.88	2.33	PIL23-1	0
PIL23	0	SLO_Y	LinRespSpec	Max		0.36	0.85	0.01	0.00	0.03	5.51	PIL23-1	0
PIL23	0	SLO_Z	LinRespSpec	Max		0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.21	PIL23-1	0
PIL23	0	SLD_X	LinRespSpec	Max		0.03	0.60	2.08	0.00	12.41	3.66	PIL23-1	0
PIL23	0	SLD_Y	LinRespSpec	Max		0.44	1.07	0.01	0.00	0.04	7.02	PIL23-1	0
PIL23	0	SLD_Z	LinRespSpec	Max		0.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.30	PIL23-1	0
PIL23	0	Ecc	LinStatic			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PIL23-1	0

## 6 VERIFICA PIASTRA DI BASE

Nella tabella seguente si riportano i massimi valori delle azioni agenti alla base delle colonne, utilizzate per verificare le piastre di base delle colonne.

Comb	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	T (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
<b>1_Nmax (comp)</b>	2.70	5.64	0.01	0.00	0.06	39.55
<b>2_Nmin</b>	-106.49	2.18	-14.23	0.00	-10.70	-147.84
<b>3_V2max</b>	-32.00	8.26	-0.14	-13.35	-13.35	13.94
<b>4_V2min</b>	-52.81	-15.37	-0.02	-6.68	-6.68	-155.91
<b>5_V3max</b>	-32.00	-9.86	8.79	0.08	52.39	-94.06
<b>6_V3min</b>	-58.87	0.00	-19.64	0.01	-37.32	-29.97
<b>7_Tmax</b>	-33.36	3.57	5.84	0.13	43.28	-9.43
<b>8_Tmin</b>	-33.36	5.06	-5.09	-0.14	-21.83	-0.56
<b>9_M2max</b>	-32.00	-9.86	8.79	0.08	52.39	-94.06
<b>10_M2min</b>	-69.72	1.55	-18.92	0.01	-38.67	-59.05
<b>11_M3max</b>	-20.98	7.57	-5.07	-0.12	-21.76	48.67
<b>12_M3min</b>	-62.99	-13.54	-1.59	-0.02	-1.03	-169.26

## Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



### Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

### Colonna

Tipo di profilo: HEB 400

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

### Flangia:

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 550.0 x 650.0 x 35.0 mm

Spessore nervature verticali: 15.0 mm

Spessore nervature orizzontali: 15.0 mm

### Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ( $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$ )

Diametro  $\varnothing = 20 \text{ mm}$   $A_{res} = 245.0 \text{ mm}^2$  (ridotta per filettatura)

Diametro foro  $\varnothing_0 = 21 \text{ mm}$

### Saldature:

Materiale: Acciaio S355  $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$   $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$   $\beta_1 = 0.70$   $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo  $s_c = 10 \text{ mm}$

### Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	5640.0	10.0	2700.0	60400.0	39553800.0	2800.0
1.2	2180.0	-14230.0	-106490.0	-10700800.0	-147839100.0	-100.0
1.3	8260.0	-140.0	-32000.0	-13353200.0	13935400.0	-13353200.0
1.4	-15370.0	-20.0	-52810.0	-6677500.0	-155907800.0	-6677500.0
1.5	-9860.0	8790.0	-32000.0	52386500.0	-94055600.0	82200.0
1.6	0.0	-19640.0	-58870.0	-37324600.0	-29972700.0	5200.0
1.7	3570.0	5840.0	-33360.0	43280000.0	-9428400.0	130800.0
1.8	5060.0	-5090.0	-33360.0	-21834100.0	-564700.0	-140300.0

Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	76 di 80

1.9	-9860.0	8790.0	-32000.0	52386500.0	-94055600.0	82200.0
1.10	1550.0	-18920.0	-69720.0	-38665000.0	-59046700.0	7700.0
1.11	7570.0	-5070.0	-20980.0	-21759300.0	48666800.0	-117800.0
1.12	-13540.0	-1590.0	-62990.0	-1029700.0	-169255500.0	-24200.0
1.13	5640.0	10.0	2700.0	60400.0	39553800.0	2800.0

**Calcolo resistenze**

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 141145.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 807515.0 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	288686.9	141145.5
2	285683.3	141145.5
3	172569.5	141145.5
4	285683.3	141145.5
5	288686.9	141145.5
6	289149.7	141145.5
7	289149.7	141145.5
8	138055.6	138055.6
9	138055.6	138055.6
10	289149.7	141145.5
11	289149.7	141145.5
12	288686.9	141145.5
13	285683.3	141145.5
14	172569.5	141145.5
15	285683.3	141145.5
16	288686.9	141145.5

**Legenda**
 $F_{f,Rd} = M_{res,m} / ( B_m \cdot R_m )$  resistenza a flessione flangia

 $F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd} ]$  resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 94097.0 \text{ N}$$

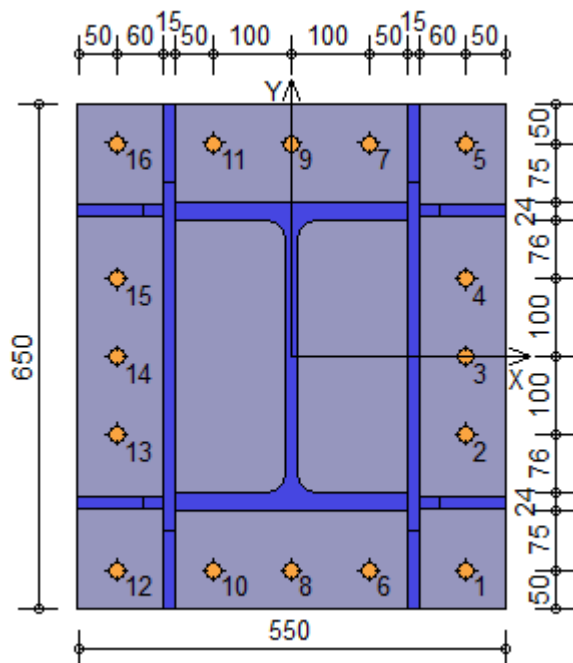
Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	566666.7	94097.0	566666.7	94097.0
2	566666.7	94097.0	714000.0	94097.0
3	566666.7	94097.0	714000.0	94097.0
4	566666.7	94097.0	714000.0	94097.0
5	566666.7	94097.0	566666.7	94097.0
6	714000.0	94097.0	566666.7	94097.0
7	714000.0	94097.0	566666.7	94097.0
8	714000.0	94097.0	566666.7	94097.0
9	714000.0	94097.0	566666.7	94097.0
10	714000.0	94097.0	566666.7	94097.0
11	714000.0	94097.0	566666.7	94097.0
12	566666.7	94097.0	566666.7	94097.0
13	566666.7	94097.0	714000.0	94097.0
14	566666.7	94097.0	714000.0	94097.0
15	566666.7	94097.0	714000.0	94097.0
16	566666.7	94097.0	566666.7	94097.0

**Legenda**
 $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento flangia in direzione x

 $F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione x

 $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$  resistenza a rifollamento flangia in direzione y

 $F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} ]$  resistenza a taglio di progetto in direzione y



### Verifiche sui bulloni

#### 1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 4)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_1$	VER
1	225.00	-275.00	1378.2	94097.0	0.0	141145.5	0.014647	Ok
2	225.00	-100.00	523.2	94097.0	813.2	141145.5	0.009676	Ok
3	225.00	0.00	158.5	94097.0	12068.8	141145.5	0.062760	Ok
4	225.00	100.00	520.8	94097.0	23324.4	141145.5	0.123571	Ok
5	225.00	275.00	1375.7	94097.0	43021.7	141145.5	0.232338	Ok
6	100.00	-275.00	1445.3	94097.0	0.0	141145.5	0.015360	Ok
7	100.00	275.00	1443.0	94097.0	43719.4	141145.5	0.236583	Ok
8	0.00	-275.00	1672.5	94097.0	0.0	138055.6	0.017774	Ok
9	0.00	275.00	1670.4	94097.0	44277.6	138055.6	0.246840	Ok
10	-100.00	-275.00	2000.0	94097.0	0.0	141145.5	0.021255	Ok
11	-100.00	275.00	1998.3	94097.0	44835.7	141145.5	0.248134	Ok
12	-225.00	-275.00	2489.9	94097.0	0.0	141145.5	0.026461	Ok
13	-225.00	-100.00	2138.7	94097.0	3324.9	141145.5	0.039555	Ok
14	-225.00	0.00	2079.8	94097.0	14580.5	141145.5	0.095889	Ok
15	-225.00	100.00	2138.1	94097.0	25836.1	141145.5	0.153470	Ok
16	-225.00	275.00	2488.6	94097.0	45533.4	141145.5	0.256875	Ok

#### 2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 12)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	$FV_2$	VER
1	225.00	-275.00	0.0	141145.5	0.000000	Ok
2	225.00	-100.00	1887.7	141145.5	0.013374	Ok
3	225.00	0.00	14051.2	141145.5	0.099551	Ok
4	225.00	100.00	26214.6	141145.5	0.185727	Ok
5	225.00	275.00	47500.6	141145.5	0.336536	Ok
6	100.00	-275.00	0.0	141145.5	0.000000	Ok
7	100.00	275.00	47607.7	141145.5	0.337295	Ok
8	0.00	-275.00	0.0	138055.6	0.000000	Ok
9	0.00	275.00	47693.4	138055.6	0.345466	Ok

Relazione di calcolo	COMMESSA NT01	LOTTO 03	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO FV 0303 002	REV. A	FOGLIO 78 di 80
----------------------	------------------	-------------	-------------------	--------------------------	-----------	--------------------

10	-100.00	-275.00	0.0	141145.5	0.000000	Ok
11	-100.00	275.00	47779.2	141145.5	0.338510	Ok
12	-225.00	-275.00	0.0	141145.5	0.000000	Ok
13	-225.00	-100.00	2273.5	141145.5	0.016107	Ok
14	-225.00	0.00	14436.9	141145.5	0.102284	Ok
15	-225.00	100.00	26600.3	141145.5	0.188460	Ok
16	-225.00	275.00	47886.3	141145.5	0.339269	Ok

**Legenda**

- $F_{v,Ed}$  forza di taglio agente sul bullone
- $F_{v,Rd}$  resistenza a taglio di progetto del bullone
- $F_{t,Ed}$  forza di trazione agente sul bullone
- $F_{t,Rd}$  resistenza a trazione di progetto del bullone
- $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
- $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
- VER  $\rightarrow FV_i \leq 1$

**Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)**

Si considera la sezione di gola (avente altezza  $a = s_c / 2^{0.5} = 7.071$ ) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm<sup>2</sup>.

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 12)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV <sub>1</sub>	VER <sub>1</sub>
Nerv. verticale lato destro esterno	-51.67	0.00	-0.63	51.67	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	-51.64	0.00	-0.63	51.64	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	-51.25	0.00	-0.63	51.26	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	-51.23	0.00	-0.63	51.23	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato destro esterno	-32.57	0.00	-0.12	32.57	Ok
Ala inferiore esterno	-32.90	0.00	-0.12	32.90	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro esterno	-31.98	0.00	-0.12	31.98	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato destro interno	-29.20	0.00	-0.12	29.20	Ok
Ala inferiore interno lato destro	-28.35	0.00	-0.12	28.35	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	-28.11	0.00	-0.12	28.11	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro interno	-28.61	0.00	-0.12	28.61	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	-27.36	0.00	-0.63	27.37	Ok
Anima lato destro	-24.57	0.00	-0.63	24.58	Ok
Anima lato sinistro	-24.57	0.00	-0.63	24.58	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	-26.98	0.00	-0.63	26.98	Ok
Nerv. orizz. superiore lato destro interno	24.97	0.00	-0.12	24.97	Ok
Ala superiore interno lato destro	24.46	0.00	-0.12	24.47	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	24.71	0.00	-0.12	24.71	Ok
Nerv. orizz. superiore lato sinistro interno	25.56	0.00	-0.12	25.56	Ok
Nerv. orizz. superiore lato destro esterno	28.34	0.00	-0.12	28.34	Ok
Ala superiore esterno	29.45	0.00	-0.12	29.45	Ok
Nerv. orizz. superiore lato sinistro esterno	28.93	0.00	-0.12	28.93	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	47.61	0.00	-0.63	47.61	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	47.99	0.00	-0.63	47.99	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 12)

Cordoni	$n_{\perp}$	$t_{\perp}$	$\tau_{\parallel}$	FV <sub>2</sub>	VER <sub>2</sub>
Nerv. verticale lato destro esterno	-51.67	0.00	-0.63	51.67	Ok
Nerv. vert. lato destro interno zona inferiore	-51.64	0.00	-0.63	51.64	Ok
Nerv. vert. lato sinistro interno zona inferiore	-51.25	0.00	-0.63	51.25	Ok
Nerv. verticale lato sinistro esterno	-51.23	0.00	-0.63	51.23	Ok
Nerv. orizz. inferiore lato destro esterno	-32.57	0.00	-0.12	32.57	Ok
Ala inferiore esterno	-32.90	0.00	-0.12	32.90	Ok

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	79 di 80
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro esterno	-31.98	0.00	-0.12	31.98	Ok	
Nerv. orizz. inferiore lato destro interno	-29.20	0.00	-0.12	29.20	Ok	
Ala inferiore interno lato destro	-28.35	0.00	-0.12	28.35	Ok	
Ala inferiore interno lato sinistro	-28.11	0.00	-0.12	28.11	Ok	
Nerv. orizz. inferiore lato sinistro interno	-28.61	0.00	-0.12	28.61	Ok	
Nerv. vert. lato destro interno zona centrale	-27.36	0.00	-0.63	27.36	Ok	
Anima lato destro	-24.57	0.00	-0.63	24.57	Ok	
Anima lato sinistro	-24.57	0.00	-0.63	24.57	Ok	
Nerv. vert. lato sinistro interno zona centrale	-26.98	0.00	-0.63	26.98	Ok	
Nerv. orizz. superiore lato destro interno	24.97	0.00	-0.12	24.97	Ok	
Ala superiore interno lato destro	24.46	0.00	-0.12	24.46	Ok	
Ala superiore interno lato sinistro	24.71	0.00	-0.12	24.71	Ok	
Nerv. orizz. superiore lato sinistro interno	25.56	0.00	-0.12	25.56	Ok	
Nerv. orizz. superiore lato destro esterno	28.34	0.00	-0.12	28.34	Ok	
Ala superiore esterno	29.45	0.00	-0.12	29.45	Ok	
Nerv. orizz. superiore lato sinistro esterno	28.93	0.00	-0.12	28.93	Ok	
Nerv. vert. lato destro interno zona superiore	47.61	0.00	-0.63	47.61	Ok	
Nerv. vert. lato sinistro interno zona superiore	47.99	0.00	-0.63	47.99	Ok	

#### Legenda

$n_{\perp}$  tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

$t_{\perp}$  tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

$\tau_{\parallel}$  tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 248.50 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 301.75 \text{ N/mm}^2)$$

#### Verifiche a flessione piastra in zona compressa

##### Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 12)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 6.88 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 3783.77 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 125.0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 347117.3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 117358700.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 29560730.0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.251884 \text{ Ok}$	

##### Sezione parallela a Y a filo della nervatura verticale (Nodo n. 1, CMB n. 5)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 3.53 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 2291.38 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 110.0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 358264.9 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 121127700.0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 13862840.0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.114448 \text{ Ok}$	

#### Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 12)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 535744100.0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 169255500.0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.315926 \text{ Ok}$	

#### Ancoraggio

##### Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi  $L_t = 500 \text{ mm}$

Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT01	03	D26CL	FV 0303 002	A	80 di 80

Lunghezza di aderenza  $L_a = 450$  mm  
 Materiale rosette Acciaio S355  
 Spessore rosette  $s_r = 20$  mm  
 Diametro rosette  $\varnothing_r = 90$  mm

Lunghezza minima tirafondi: 0 diametri (0 mm)

#### Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione  $R_{ck} = 30.00$  N/mm<sup>2</sup>  
 Resistenza cilindrica caratteristica a compressione  $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90$  N/mm<sup>2</sup>  
 Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11$  N/mm<sup>2</sup>  
 Resistenza caratteristica a trazione  $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1.79$  N/mm<sup>2</sup>  
 Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo  $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 2.69$  N/mm<sup>2</sup>

#### **Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 5)**

$$p_{max} = 7.05 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

#### **Verifica ancoraggio**

Si considera la massima resistenza a trazione a progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio  $F_{t,an,Ed} = \max [ F_{t,Rd} ] = 141145.5$  N

Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ( $L_a = 450$  mm)

Resistenza a trazione per aderenza  $F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 75945.6$  N

Trazione di progetto residua  $F_{t,re,Ed} = F_{t,an,Ed} - F_{t,ad,Rd} = 65199.9$  N

#### Verifica della rosetta

Pressione uniforme agente  $p_{cls} = 10.78$  N/mm<sup>2</sup>  
 $p_{cls} < f_{cd}$  Ok

Momento di calcolo  $M_{Ed} = 768598.0$  N mm

Resistenza a flessione  $M_{c,Rd} = 1416210.0$  N mm

$$M_{Ed} / M_{c,Rd} = 0.542715 \text{ Ok}$$