

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4b)

FABBRICATI DI STAZIONE

FV02 - Stazione di Dittaino - Pensilina banchina provvisoria

SCALA:

Relazione di calcolo

-

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

RS3V 40 D 29 CL FV020C 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	E. Abbasciano	Febbraio 2020	P. Di Nuoci	Febbraio 2020	F. Spagnolo	Febbraio 2020	F. Arduini Febbraio 2020

ITALFERR S.p.A.
Direzione Tecnica
Infrastrutture Centro
Dott. Ing. Fabrizio Arduini
n. 15942 del 4

INDICE

1.-.. PREMESSA.....	4
2.-.. NORME DI RIFERIMENTO	5
3.-.. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE	6
4.-.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
4.1.-.. Acciaio da carpenteria metallica.....	8
5.-.. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	9
5.1.-.. Carichi permanenti.....	9
5.1.1.-.. Copertura.....	9
5.2.-.. Carichi variabili	9
5.3.-.. Azioni della neve.....	9
5.4.-.. Azioni del vento	10
5.5.-.. Superfici orizzontali adiacenti il binario.....	13
5.1.-.. Effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari.....	14
5.2.-.. Azione sismica.....	14
5.2.1.-.. Vita nominale	15
5.2.2.-.. Classe d'uso	16
5.2.3.-.. Periodo di riferimento per l'azione sismica	17
5.2.4.-.. Azioni di progetto	17
5.2.5.-.. Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche.....	19
5.2.6.-.. Classe di duttilità.....	20
5.2.7.-.. Spettri di risposta	20
5.2.8.-.. Metodo di analisi	21
5.2.8.1.-.. Risposta Modale.....	22
5.2.8.2.-.. Eccentricità accidentale delle masse (Ecc.X , Ecc. Y).....	25
6.-.. ANALISI DELLA STRUTTURA.....	27
6.1.-.. Codici di calcolo utilizzati	27
6.1.1.-.. Affidabilità del software	27
6.2.-.. Modellazione dell'opera	27
6.2.1.-.. Condizioni di carico e assegnazioni	30

6.3.-.. Combinazioni di carico	35
6.3.1.-.. <i>Modello di calcolo</i>	36
7.-.. SOLLECITAZIONI MASSIME	55
8.-.. VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	60
8.1.-.. Criteri di verifica delle sezioni.....	60
8.1.-.. Esito verifiche	69
8.1.-.. Verifica colonna HEB360	70
8.2.-.. Verifica trave HEB360.....	71
8.3.-.. Verifica trave 2xUPN300.....	72
8.4.-.. Verifica trave IPE240	73
8.5.-.. Verifica trave HEA240.....	74
8.6.-.. Verifica giunto di base.....	75
8.1.-.. Verifica controventi	78
8.2.-.. Verifica SLE sbalzo.....	78

1.-..PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda il Progetto Definitivo relativo alla pensilina in acciaio da realizzare sulla banchina provvisoria della stazione di Dittaino, nell'ambito del potenziamento infrastrutturale della linea Palermo-Catania.

2.-..NORME DI RIFERIMENTO

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018;
- Legge 05/01/1971 n°1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;
- Legge 02/02/1974 n°64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 21/01/2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A del 30/12/2016: Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI PS SP IFS 001 A del 30/12/2016: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;
- UNI EN 1991-1-4:2005: Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1992-1-1:2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2:2006: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1993-1-1:2005: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-2:2007: Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti;
- UNI EN 1998-1:2005: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-2:2006: Eurocodice 8 – Progettazione delle struttura per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti;
- STI 2014 –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;

3.-..DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

La pensilina sulla banchina provvosoria è costituita 13 telai trasversali posizionati ad interasse di 5.00m. Ogni telaio è costituito da:

- 1 colonna in acciaio di tipo HEB360 alte 4.65m
- travi principali HEB360, che proseguono oltre le colonne con sbalzi trasversali di luce 3.25m e 2.40m.

Longitudinalmente, travi con sezione 2xUPN300 collegano le colonne e gli arcarecci sono costituiti da IPE240. La trave di chiusura ai due estremi della pensilina è costituita da un profilo HEA240.

Sono presenti controventi di copertura, costituiti da cavi in acciaio $\phi 16$ disposti a X.

La copertura è costituita da pannelli "sandwich".

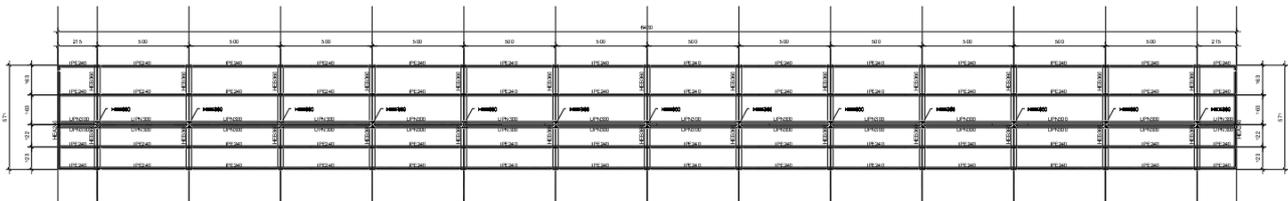


Figura 1-1. Carpenteria.

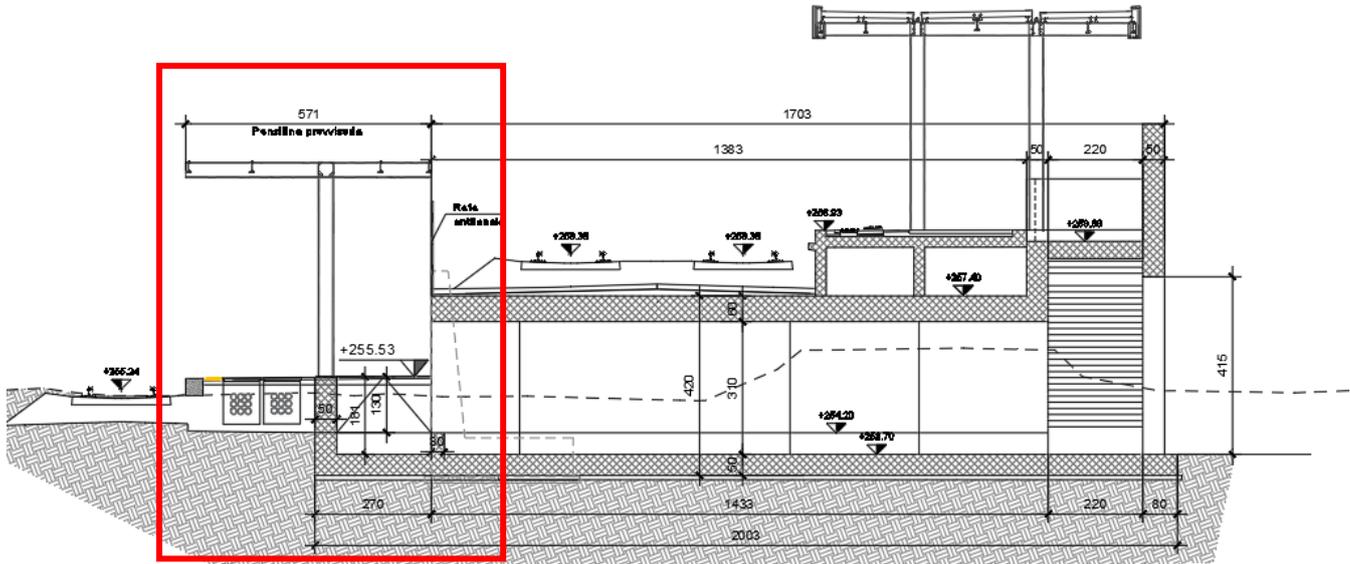


Figura 1-2. Sezione

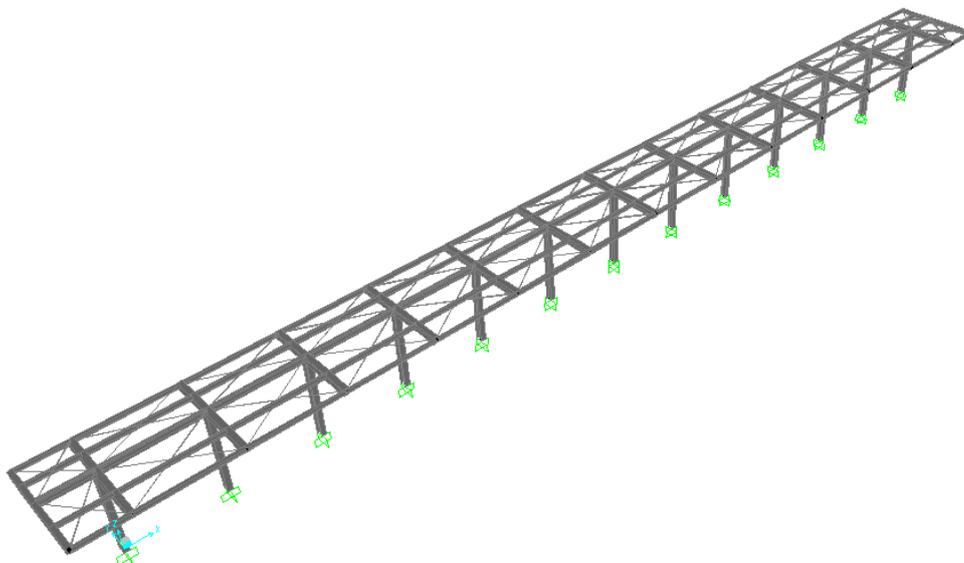


Figura 1-3. Vista estrusa modello FEM

4.-.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

E' previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

4.1.-..Acciaio da carpenteria metallica

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio tipo S275 conforme alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018 e presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 430$ MPa
- tensione di snervamento $f_y \geq 275$ MPa
- allungamento (lamiera) $\epsilon_t \geq 21\%$
- modulo elastico $E_a = 210.000$ MPa

BULLONI:

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4
- Rosette Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6
- Piastrine Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32÷40, UNI EN 14399-6

GIOCO FORO BULLONE – STRUTTURE PRINCIPALI:

- 0.3 mm (compresa tolleranza della vite)

GIOCO FORO BULLONE – GRIGLIATI E STRUTTURE PROVVISORIE

- BULLONE FINO A M20 +1 mm (compresa tolleranza della vite)
- BULLONE OLTRE A M20 +1,5 mm (compresa tolleranza della vite)

SALDATURE:

Secondo: "CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI" di RFI, (PARTE II – SEZIONE 12 PONTI, VIADOTTI, SOTTOVIA E CAVALCAVIA).

5.-..ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 18.

Del peso proprio degli elementi strutturali, tiene conto il programma di calcolo che considera il seguente peso specifico dell'acciaio:

- acciaio 78.5 kN/m³

Si riportano di seguito le analisi dei carichi unitari agenti sulla struttura.

I valori delle azioni di seguito indicati sono stati considerati come valori caratteristici nelle verifiche agli stati limite.

5.1.-..Carichi permanenti

5.1.1.-..Copertura

Pannello sandwich = 0.4 kN/m²

Impianti = 0.3 kN/m²

5.2.-..Carichi variabili

Q_{H1} – Sovraccarichi accidentali

Sovraccarico accidentale Cat. H1 0.50 kN/m²

5.3.-..Azioni della neve

Il carico da neve per superficie unitaria di copertura q_s viene valutato attraverso l'espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

μ_1 è il coefficiente di forma della copertura e che nel caso in esame, trattandosi di copertura piana si assume pari a 0.8;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo; in mancanza di

adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, la norma fornisce un valore minimo di q_{sk} riferito ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per la zona III (Catania) e per una quota del suolo sul livello del mare inferiore a 200 m si assume $q_{sk} = 0.6$ kN/m²;

C_E è il coefficiente di esposizione che, per classe di topografia "normale", assume valore unitario;

C_t è il coefficiente termico che tiene conto della riduzione del carico da neve a causa dello scioglimento della stessa, dovuto alla perdita di calore della costruzione. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Ne consegue che per la struttura in esame si considera un carico da neve uniforme in copertura pari a:

Zona	III
Altitudine a_s	180 m
Area topografica	normale
Inclinazione falde	0°
q_{sk}	0.6 kN/m ²
coeff esposizione C_E	1.00
coeff termico C_t	1.00
coefficiente di forma μ_i	0.80

carico neve $q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t = 0.48$ kN/m²

5.4.-.Azioni del vento

L'azione del vento viene convenzionalmente considerata un'azione statica agente in direzione orizzontale.

La pressione normale alle superfici investite dal vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

i cui coefficienti vengono di seguito determinati.

- *pressione cinetica di riferimento* q_b

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³;

v_b è la velocità di riferimento del vento (che rappresenta il valore caratteristico a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni).

Nel caso in esame, per zona 4 (Sicilia) ed $a_s \leq 500$ m si ha $v_b = v_{b,0} = 28$ m/s;

$$q_b = 0.536 \text{ kN/m}^2$$

- *coefficiente di esposizione* c_e

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

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

Nel caso in esame, essendo in zona 4, classe di rugosità del terreno D e quindi categoria di esposizione del sito II, si ha:

$$k_r = 0.19; \quad z_0 = 0.1 \text{ m}; \quad z_{\min} = 4 \text{ m}; \quad c_t = 1$$

$$z = 4.9 \text{ m} \quad c_e = 1.92$$

- *coefficiente dinamico* c_d

In assenza di considerazioni di dettaglio inerenti i fenomeni di natura aeroelastica e di distacco dei vortici si assume cautelativamente un valore $c_d = 1$.

- *coefficiente di forma* c_p

$$C_p = C_{p\text{sopravento}} + C_{p\text{sottovento}}$$

dove:

$C_{p\text{sopravento}}$ è il coefficiente di forma per elementi sopravento assunto pari a +0.8;

$C_{p\text{sottovento}}$ è il coefficiente di forma per elementi sottovento assunto pari a -0.4.

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà

$$C_{pi} = \pm 0,2.$$

In sintesi l'azione del vento sarà:

Superfici sopravento: **$p = 0.83 \text{ kN/m}^2$**

Superfici sottovento: **$p = 0.42 \text{ kN/m}^2$**

Azione tangenziale del vento:

Oltre alla pressione normale va tenuta in conto anche un'azione tangenziale per unità di superficie parallela alla direzione del vento. Tale azione può essere valutata come:

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

q_b e c_e sono quelli già definiti per il calcolo della pressione normale da vento;

c_f è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente e che per una generica superficie scabra può essere assunto pari a 0.02.

In definitiva $q_b = 1.03 \text{ kN/m}^2$, da cui

$$p_{f,max} = 0.02 \text{ kN/m}^2.$$

Azione in copertura – pressione ortogonale:

I valori dei coefficienti di forza sono valutati secondo C3.3.8.2.1 "Tettoie a falda singola":

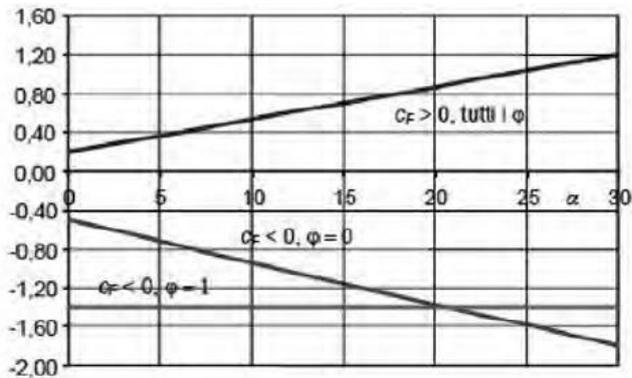


Figura C3.3.21 - Coefficienti di pressione complessiva per tettoie a semplice falda

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

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

Per $\alpha=0$ risulta:

$$C_{pi} = + 0,2; -0,5.$$

5.5.-..Superfici orizzontali adiacenti il binario

I valori caratteristici dell'azione $\pm q_{3k}$, relativi a superfici orizzontali adiacenti il binario, sono forniti in Fig. 5.2.10 e si applicano indipendentemente dalla forma aerodinamica del treno.

Per tutte le posizioni lungo le superfici da progettare, q_{3k} si determinerà come una funzione della distanza h_g dall'asse del binario più vicino. Le azioni saranno sommate, se ci sono binari su entrambi i lati dell'elemento strutturale da calcolare.

Se la distanza h_g supera i 3,80 m l'azione q_{3k} può essere ridotta del fattore k_3 :

$$k_3 = \frac{(7,5 - h_g)}{3,7} \quad \text{per } 3,8 \text{ m} < h_g < 7,5 \text{ m};$$

$$k_3 = 0 \quad \text{per } h_g \geq 7,5 \text{ m}$$

dove h_g rappresenta la distanza dal P.F. alla superficie inferiore della struttura.

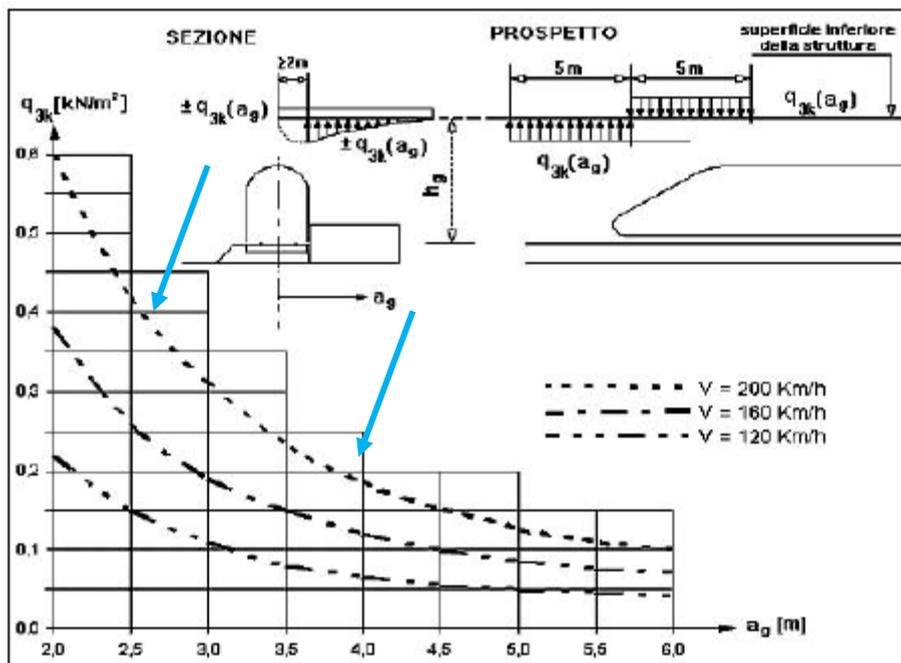


Fig. 5.2.10 - Valori caratteristici delle azioni q_{3k} per superfici orizzontali adiacenti al binario

In favore di sicurezza si considera $V=200$ km/h e $k_3=0$.

5.1.-..Effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari

Negli edifici in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto della sola componente uniforme di variazione termica $\Delta T_u = T - T_0$ pari alla differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data della costruzione T_0 . Nelle modellazioni sono stati considerati i seguenti carichi termici uniformi:

strutture in acciaio esposte

$$\Delta T_u = \pm 25^\circ \text{C}$$

5.2.-..Azione sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5.2.1.-. Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata al seguito nella Tab. 2.4.I delle norme tecniche NTC-2018.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Inoltre, in base alla tabella 2.5.1.1.1-1 del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" Parte II Sezione 2 (rif. RFI DTC SI MA IFS 001 A) si tratta di un'opera nuova su una infrastruttura

ferroviaria esistente, pertanto la vita nominale risulta $V_N = 75$ anni.

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽²⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) - La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 - Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

5.2.2.-.Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da

strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il fabbricato rientra per le sue funzioni tra le compresi nella classe d'uso III.

5.2.3.-..Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Tale coefficiente è funzione della classe d'uso e nel caso specifico assume valore pari a $C_U = 1.5$ per la classe d'uso III.

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 112.5 \text{anni}$$

5.2.4.-..Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 18, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e

P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR}) = -112.5 / \ln(1 - 0.1) = 1068 \text{ anni}$$

Dalla relazione sismica allegata al progetto si ricavano i seguenti parametri:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 14.47394 LATTITUDINE: 37.56292

Ricerca per comune
 REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Enna COMUNE: Enna

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



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

Interpolazione: media ponderata

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

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

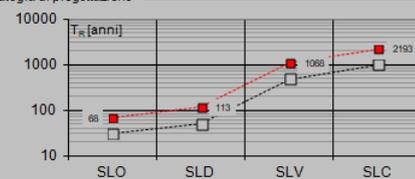
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	T_R [anni]
SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
SLD - $P_{VR} = 63\%$	113
SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

Stati limite ultimi - SLU

Elaborazioni:
 Grafici parametri azione
 Grafici spettri di risposta
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO:
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie
 - - - - - Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate Norme, in funzione di prefissati

valori del periodo di ritorno T_R . L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10, F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 e T_C^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

Di seguito si riportano i grafici ed i valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.048	2.483	0.298
SLD	113	0.058	2.537	0.335
SLV	1068	0.133	2.620	0.539
SLC	2193	0.178	2.626	0.569

5.2.5.-..Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche

Categoria sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si adotta la seguente categoria di sottosuolo:

Categoria C

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati in funzione dei valori f_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite

nella tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta la seguente categoria topografica:

Categoria topografica T1

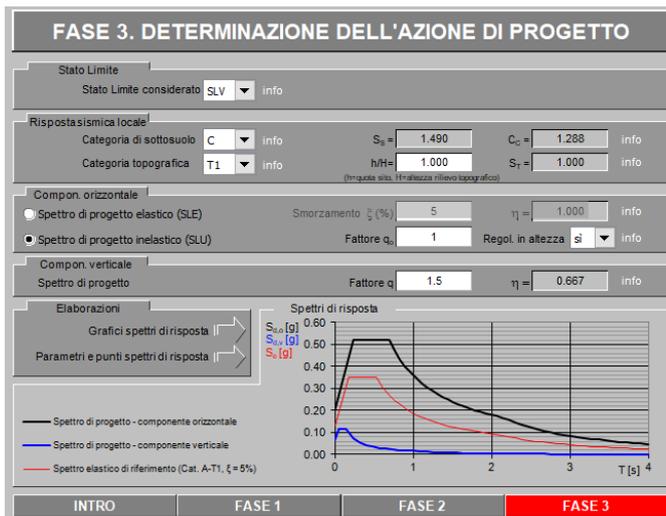
5.2.6.-..Classe di duttilità

La costruzione oggetto della presente relazione, soggetta all'azione sismica, è stata progettata considerando un comportamento strutturale non dissipativo.

Pertanto il fattore di struttura al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è $q = 1,0$.

5.2.7.-..Spettri di risposta

Spettro di progetto elastico



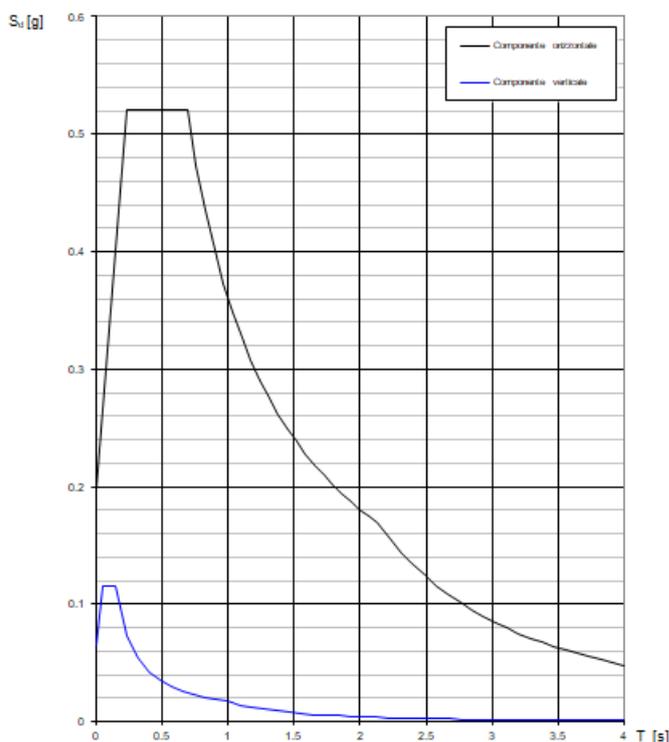
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.133 g
F_n	2.620
T_c^*	0.539 s
S_s	1.490
C_c	1.288
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.490
η	1.000
T_B	0.231 s
T_C	0.694 s
T_D	2.133 s

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



5.2.8.-..Metodo di analisi

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio (G_1), ai sovraccarichi permanenti (G_2) e a un'aliquota (ψ_{2j}) dei sovraccarichi accidentali (Q_{kj}):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame le azioni variabili che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- sovraccarico accidentale in copertura (Q_1): $\psi_{2j} = 0$
- azione della neve in copertura (SL): $\psi_{2j} = 0$

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale)
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati
- nella combinazione di questi effetti

Come prescritto dalle NTC 2018 al § 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' 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 (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al § 7.3.3.1 – NTC2018.

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni (NTC 2018 - § 7.3.5):

$$1.00 \cdot E_x \text{ " + " } 0.30 \cdot E_y$$

$$1.00 \cdot E_y \text{ " + " } 0.30 \cdot E_x$$

5.2.8.1.-.. Risposta Modale

L'analisi a spettro di risposta cerca la risposta più probabile alle equazioni di equilibrio dinamico associate alla risposta della struttura al moto del suolo. L'accelerazione del suolo dovuta ad un terremoto in ogni direzione viene espressa come una curva di spettro di risposta della pseudo-accelerazione spettrale in funzione del periodo della struttura.

Anche se le accelerazioni possono essere specificate in 3 direzioni, viene prodotto un unico risultato positivo per ciascuna quantità in risposta; le quantità in risposta comprendono spostamenti, forze e tensioni. Ciascun risultato calcolato rappresenta una misura statistica della grandezza più probabile di quella particolare quantità in risposta. È da attendersi che la vera risposta sia compresa in un intervallo che va dal valore positivo a quello negativo del valore trovato.

L'analisi a spettro di risposta viene eseguita usando la sovrapposizione dei modi, ricavati usando l'analisi agli autovettori. Per una data direzione di accelerazione, la risposta modale è

calcolata su tutta la struttura per ciascuno dei modi di vibrazione: questi valori modali, per una data quantità in risposta, vengono combinati per produrre un unico risultato positivo per quella data direzione di accelerazione, usando il metodo CQC.

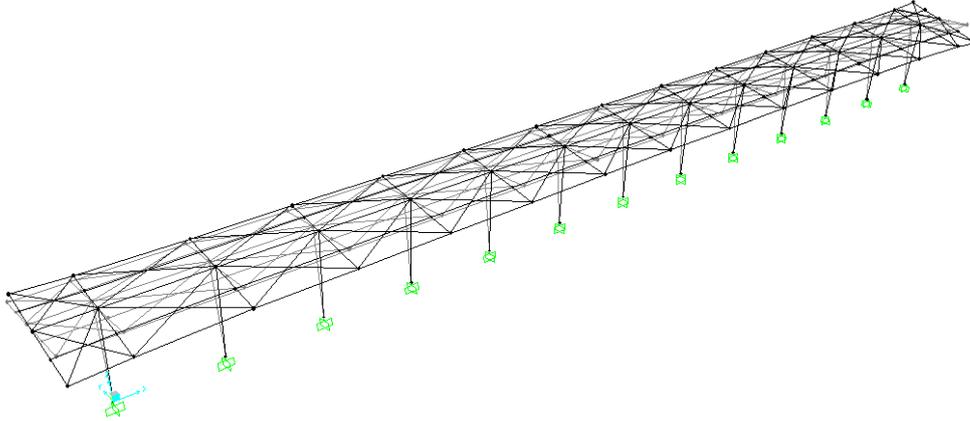
Si riportano nella seguente tabella i risultati dell'analisi modale condotta sulla struttura; in particolare, per i primi 35 modi, sono riepilogati: il periodo della struttura e le masse partecipanti (sia del singolo modo, sia le cumulate) per ciascun grado di libertà:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Mode	1	0.32	3.50%	0.35%	3.50%	0.35%	16.70%	16.70%
Mode	2	0.31	0.10%	74.50%	3.60%	74.90%	57.30%	73.90%
Mode	3	0.31	96.20%	0.03%	99.80%	74.90%	0.86%	74.80%
Mode	4	0.27	0.00%	0.67%	99.80%	75.50%	0.46%	75.20%
Mode	5	0.22	0.01%	0.00%	99.80%	75.50%	0.22%	75.50%
Mode	6	0.19	0.00%	0.33%	99.80%	75.90%	0.24%	75.70%
Mode	7	0.16	0.00%	0.00%	99.80%	75.90%	0.62%	76.30%
Mode	8	0.15	0.00%	1.20%	99.80%	77.00%	0.82%	77.10%
Mode	9	0.14	0.01%	0.00%	99.90%	77.00%	0.77%	77.90%
Mode	10	0.13	0.00%	0.46%	99.90%	77.50%	0.33%	78.20%
Mode	11	0.12	0.00%	0.00%	99.90%	77.50%	0.22%	78.50%
Mode	12	0.12	0.00%	0.13%	99.90%	77.60%	0.09%	78.60%
Mode	13	0.11	0.00%	0.00%	99.90%	77.60%	0.05%	78.60%
Mode	14	0.11	0.00%	0.01%	99.90%	77.60%	0.01%	78.60%
Mode	15	0.10	0.01%	0.00%	99.90%	77.60%	0.66%	79.30%
Mode	16	0.10	0.00%	0.71%	99.90%	78.40%	0.51%	79.80%
Mode	17	0.09	0.11%	0.00%	100.00%	78.40%	0.08%	79.90%
Mode	18	0.09	0.00%	18.10%	100.00%	96.40%	12.50%	92.30%
Mode	19	0.09	0.00%	0.03%	100.00%	96.50%	3.30%	95.60%
Mode	20	0.09	0.00%	0.10%	100.00%	96.60%	0.57%	96.20%
Mode	21	0.08	0.00%	2.20%	100.00%	98.70%	2.10%	98.20%
Mode	22	0.08	0.00%	0.00%	100.00%	98.70%	0.38%	98.60%
Mode	23	0.07	0.00%	0.62%	100.00%	99.40%	0.53%	99.10%
Mode	24	0.07	0.00%	0.00%	100.00%	99.40%	0.18%	99.30%
Mode	25	0.07	0.00%	0.00%	100.00%	99.40%	0.07%	99.40%
Mode	26	0.06	0.00%	0.07%	100.00%	99.40%	0.05%	99.40%
Mode	27	0.06	0.01%	0.00%	100.00%	99.40%	0.03%	99.50%
Mode	28	0.04	0.00%	0.48%	100.00%	99.90%	0.23%	99.70%
Mode	29	0.04	0.00%	0.05%	100.00%	100.00%	0.25%	99.90%
Mode	30	0.04	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.02%	100.00%
Mode	31	0.04	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.01%	100.00%
Mode	32	0.03	0.01%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%
Mode	33	0.02	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%
Mode	34	0.02	0.00%	0.02%	100.00%	100.00%	0.02%	100.00%
Mode	35	0.01	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.01%	100.00%

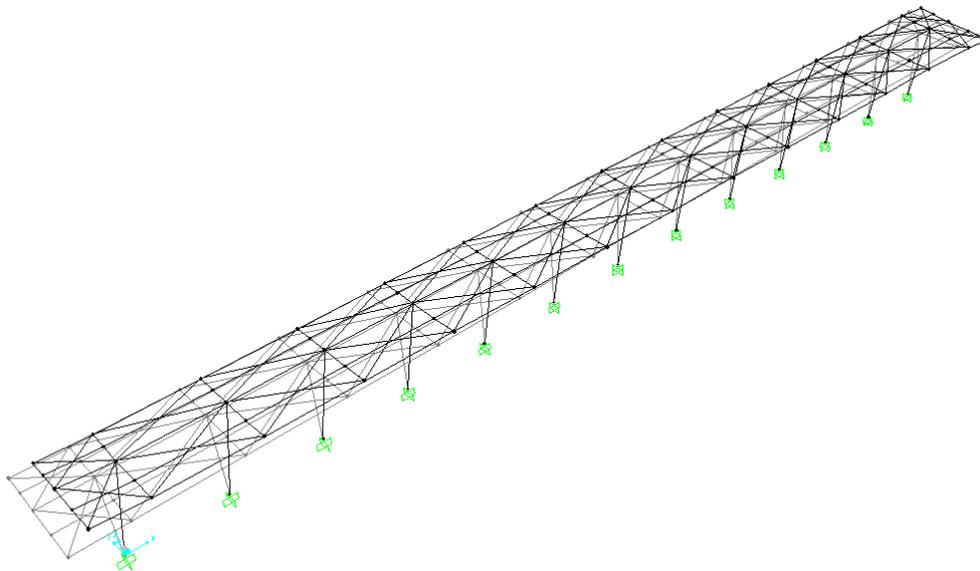
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	24 di 79

Modo $T = 0.31s$



Modo $T = 0.31s$



5.2.8.2.-. Eccentricità accidentale delle masse (Ecc.X , Ecc.Y)

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

La forza di taglio alla base F_b si determina con la formula definita al § 7.3.3.2 – NTC 2018:

$$F_b = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

dove:

λ è un fattore di correzione che nel caso in esame può essere assunto pari ad 1

W è il peso totale dell'edificio

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di progetto per il periodo T_1

T_1 è il periodo proprio derivante dall'analisi dinamica modale, relativo al modo di vibrare traslatorio considerato

Dall'analisi modale della struttura si ottengono i seguenti periodi propri, riferiti ai due modi di vibrare traslatori, sono i seguenti:

$$T_x = 0.31 \text{ s} \quad T_y = 0.31 \text{ s}$$

Si determinano quindi le forze di taglio alla base e i corrispondenti momenti torcenti per ciascuna direzione. Si osserva che se il momento torcente è generato dal sisma in direzione x (oppure y) allora anche il sistema di forze equivalente avrà direzione x (oppure y); si riportano di seguito le formule usate per la loro determinazione:

$$M_{ix} = F_b \cdot e_y \quad M_{iy} = F_b \cdot e_x$$

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	26 di 79

Dopo aver determinato il momento torcente per ciascuna delle due componenti orizzontali dell'azione sismica, si procede con la determinazione di un sistema di forze equivalente a tale momento. Le forze equivalenti sono state individuate in base alla distanza dei pilastri dal centro geometrico degli stessi: le forze sono applicate su ciascun pilastro, alla quota del baricentro delle travi.

$$H_{kx} = M_{tx} \cdot \frac{y_k}{\sum_k y_k^2} \quad H_{ky} = M_{ty} \cdot \frac{x_k}{\sum_k x_k^2}$$

dove:

k indica il numero del pilastro considerato

H_{kx} è la forza in direzione x, data da M_{tx} , agente sul k-esimo pilastro considerato

H_{ky} è la forza in direzione y, data da M_{ty} , agente sul k-esimo pilastro considerato

x_k e y_k sono le distanze dei pilastri dal centro geometrico della struttura

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli all'azione sismica che li origina.

6.-..ANALISI DELLA STRUTTURA

6.1.-..Codici di calcolo utilizzati

Per il calcolo delle sollecitazioni gravanti sugli elementi strutturali, per i modi di vibrare della struttura e per verifiche di resistenza si è fatto ricorso al codice di calcolo FEM SAP2000 della CSI.

6.1.1.-..Affidabilità del software

La documentazione fornita a corredo dei software contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

6.2.-..Modellazione dell'opera

L'analisi della struttura in esame è stata effettuata attraverso una modellazione agli elementi finiti.

La struttura è stata modellata con un modello numerico nelle tre dimensioni nello spazio, il sistema di riferimento assunto prevede una terna destrorsa il cui asse X è orientato in direzione nord e l'asse Z verticale positivo verso l'alto.

Il modello prevede un unico piano fuori terra. Travi e pilastri sono stati simulati con elementi *beam*.

I pilastri vengono vincolati a terra con vincoli di tipo incastro. Le travi secondarie di tipo IPE ed i controventi di falda vengono rilasciate a momento, mentre le travi principali HEB e UPN vengono considerate incastrate in corrispondenza del pilastro. Le travi secondarie sono considerate saldate solo nei telai di estremità, in corrispondenza del doppio sbalzo.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

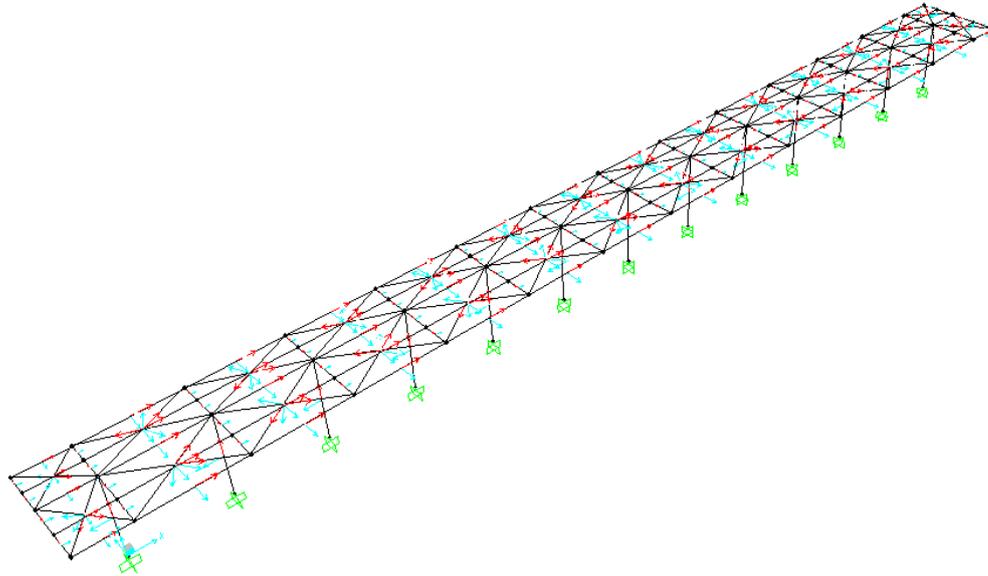


Figura 4: assi locali

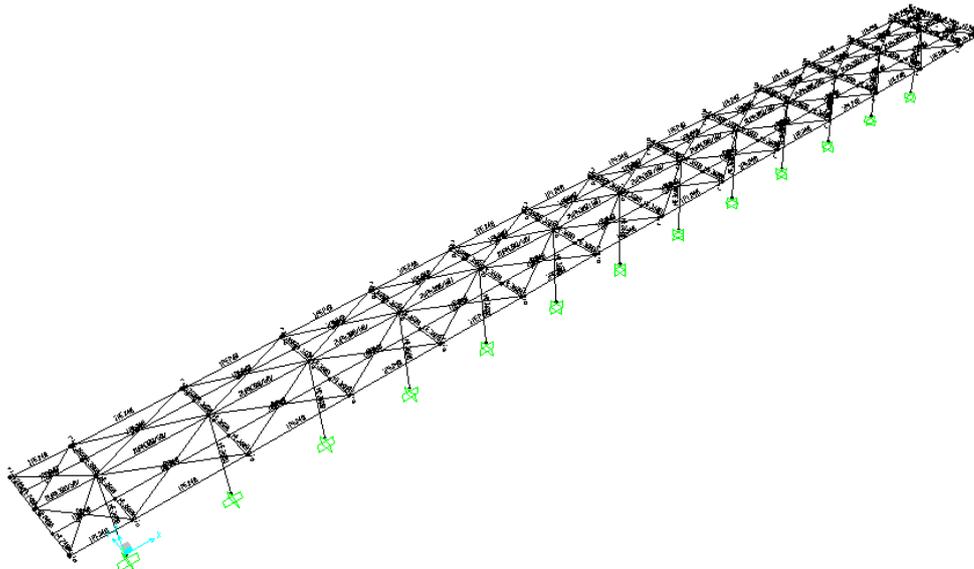


Figura 5: tipologia aste

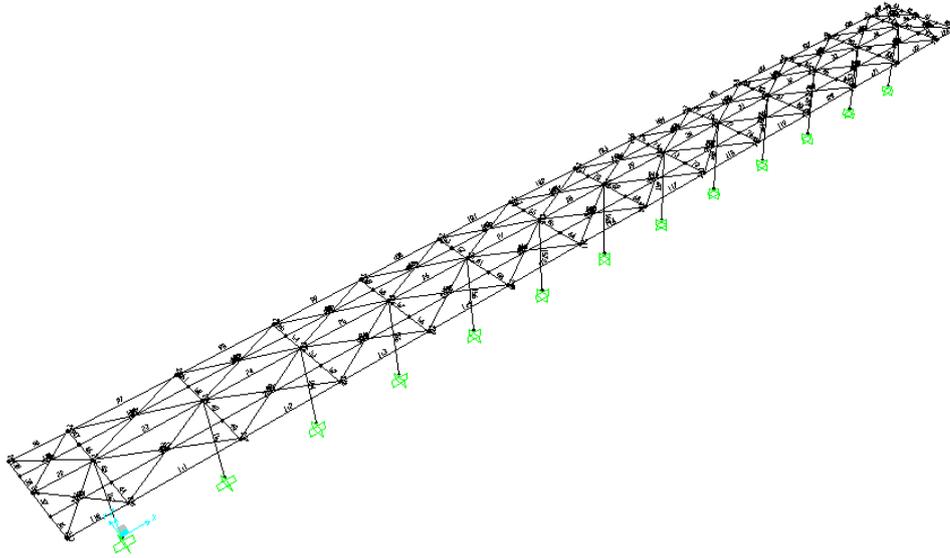


Figura 6: numerazione aste e nodi

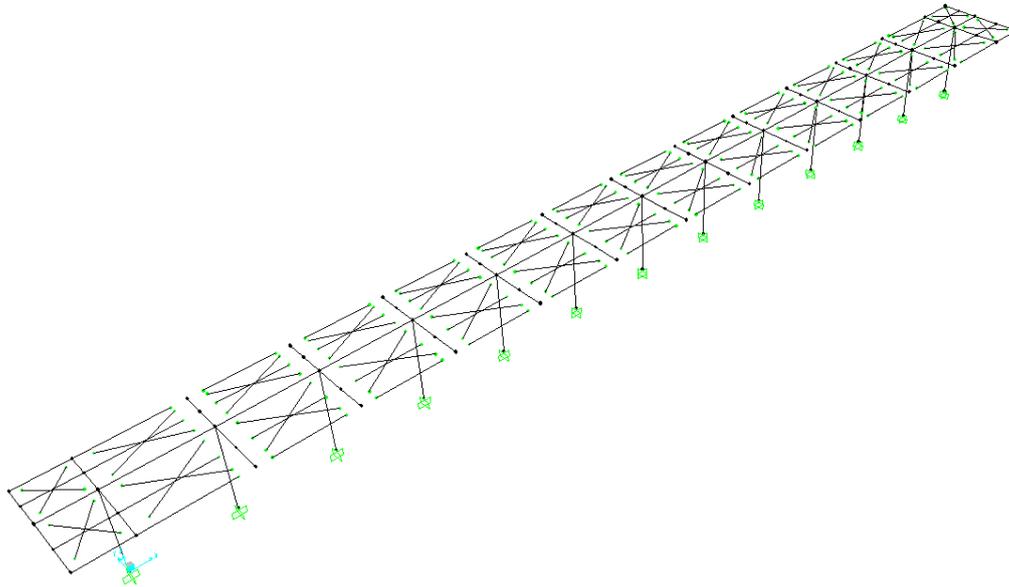


Figura 7: aste rilasciate

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	30 di 79

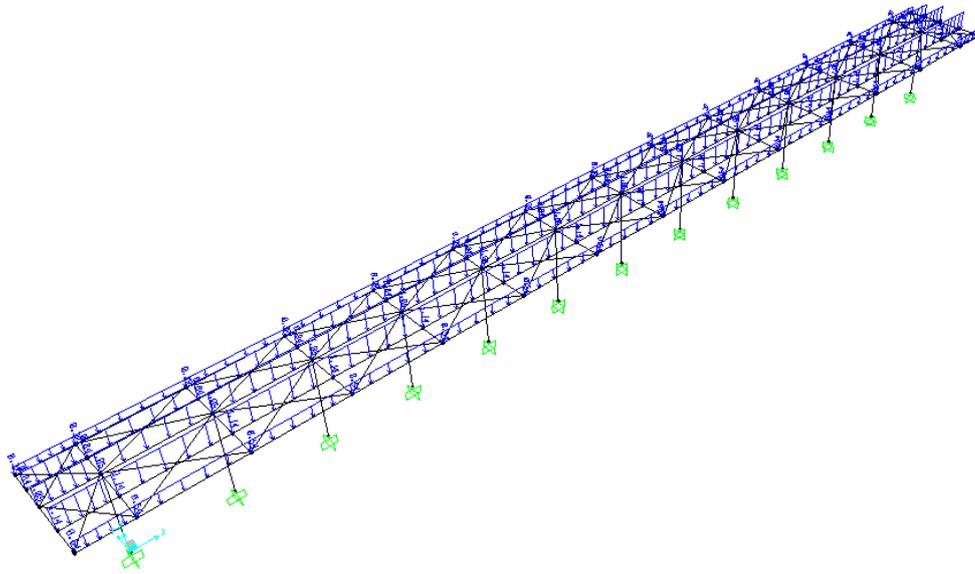
6.2.1.-.Condizioni di carico e assegnazioni

Di seguito si riportano le condizioni elementari di carico:

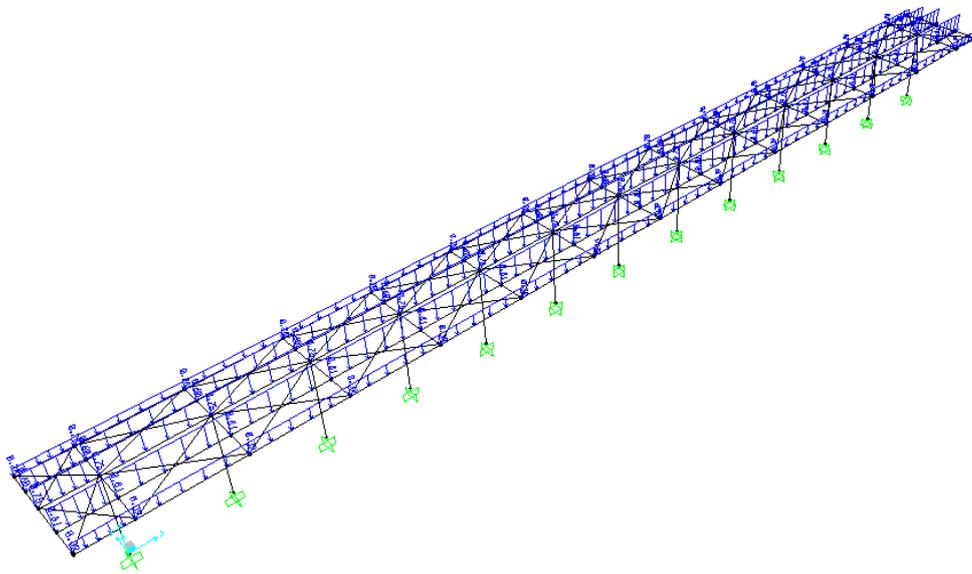
Case	Type
Text	Text
G1	LinStatic
MODAL	LinModal
G2	LinStatic
QH1	LinStatic
N	LinStatic
T	LinStatic
Vx	LinStatic
Vy	LinStatic
Vx-	LinStatic
Vy-	LinStatic
q3	LinStatic
SLV-X	LinRespSpec
SLV-Y	LinRespSpec
SLD-X	LinRespSpec
SLD-Y	LinRespSpec
SLO-X	LinRespSpec
SLO-Y	LinRespSpec
E SLVy	LinStatic
E SLVx	LinStatic
E SLDy	LinStatic
E SLDx	LinStatic
E SLOy	LinStatic
E SLOx	LinStatic

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	31 di 79



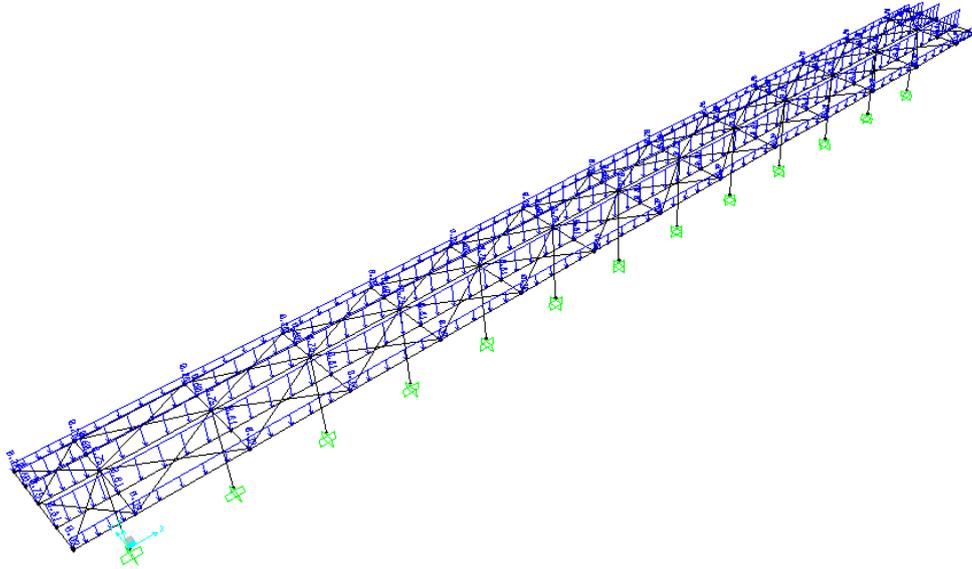
Q2 – Permanenti non strutturali



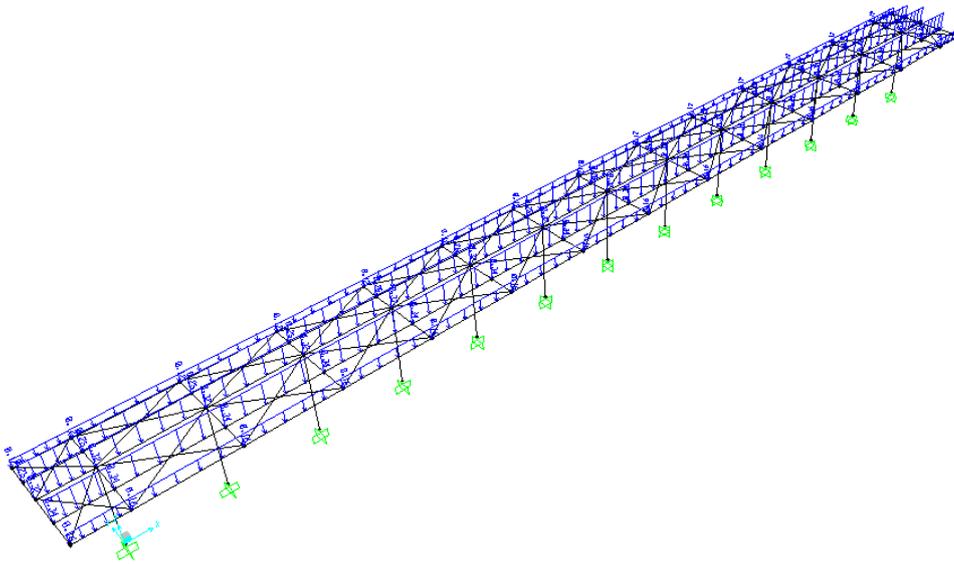
QH1 – Accidentali (Manutenzione)

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	32 di 79

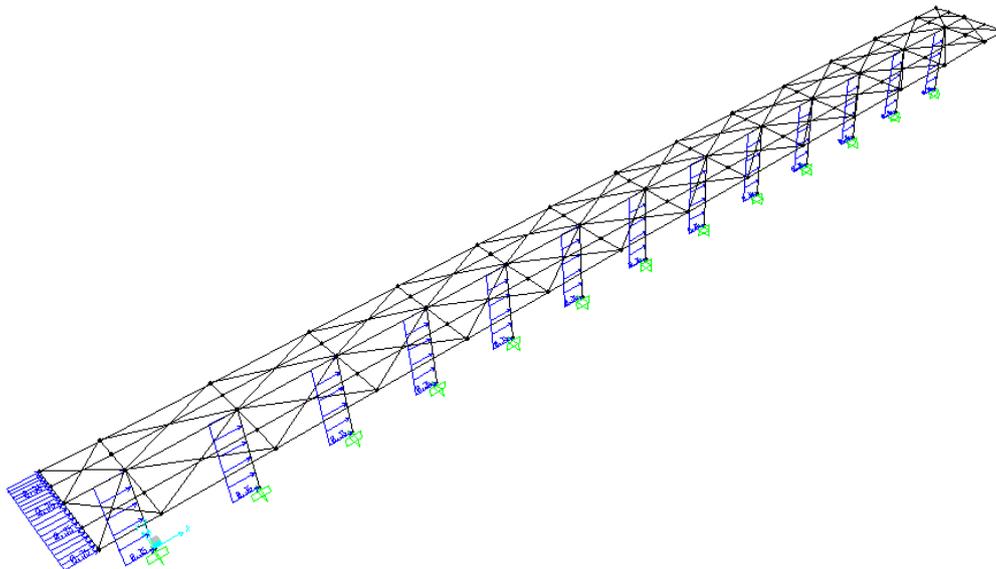


N – Neve

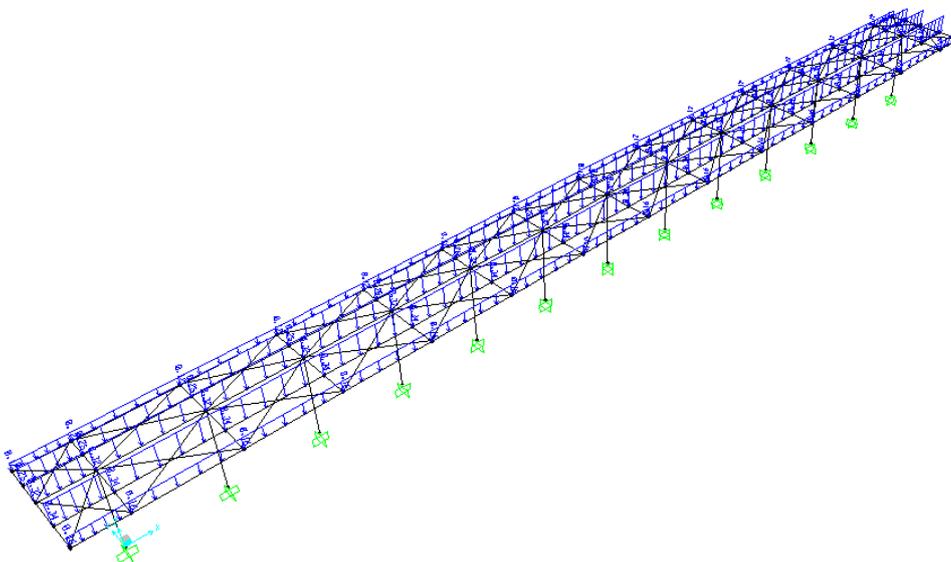


RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	33 di 79

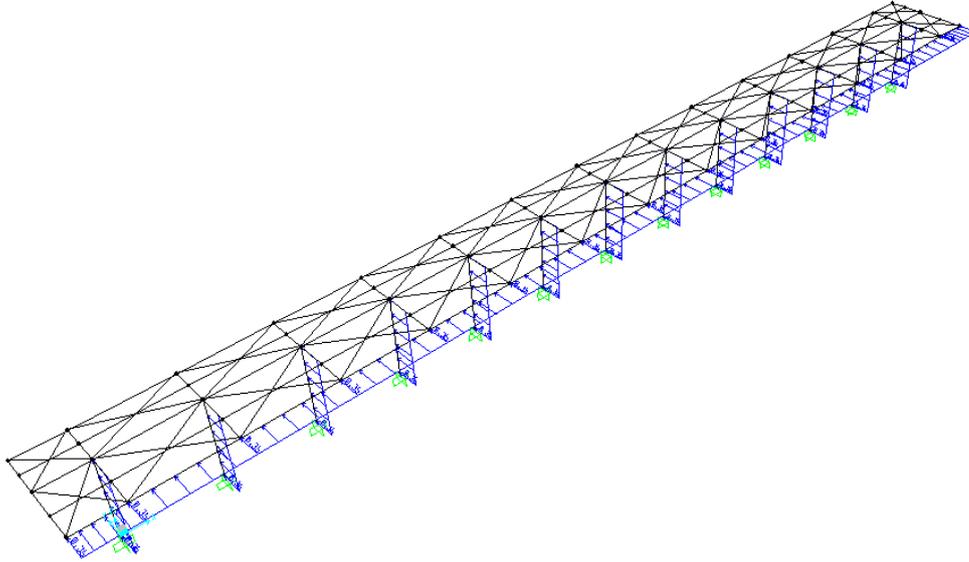


Vx+ – Vento X+

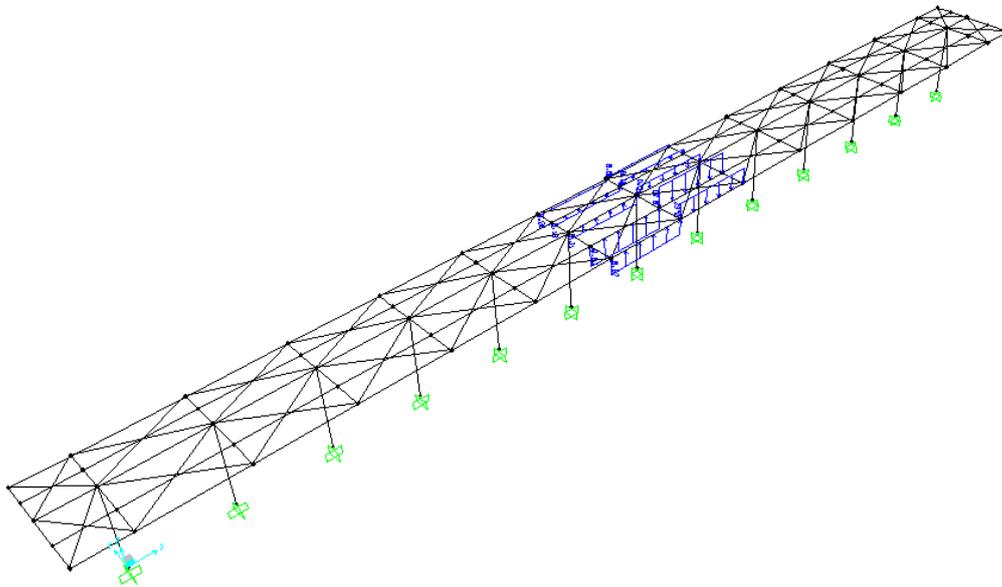


RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	34 di 79



Vy+ – Vento Y+



Azione aerodinamica treno

6.3.-.Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§ 2.5.3 NTC 18):

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili (verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 NTC 18):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} + \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \dots$$

Le condizioni elementari di carico sono opportunamente combinate per determinare le condizioni più sfavorevoli per ciascun elemento strutturale. Di seguito tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. In particolare le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione.

Di seguito si riportano, con riferimento al § 7.3 della presente, le combinazioni utilizzate.

6.3.1.-..Modello di calcolo

Combinazioni SLU

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
SLU_Q1	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q1		G2	1.3
SLU_Q1		QH1	1.5
SLU_Q1		T	0.9
SLU_Q1		Vx	0.9
SLU_Q1		N	0.75
SLU_Q1		q3	1.16
SLU_Q2	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q2		G2	1.3
SLU_Q2		QH1	1.5
SLU_Q2		T	-0.9
SLU_Q2		Vx	0.9
SLU_Q2		N	0.75
SLU_Q2		q3	1.16
SLU_Q3	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q3		G2	1.3
SLU_Q3		QH1	1.5
SLU_Q3		T	0.9
SLU_Q3		Vx-	0.9
SLU_Q3		N	0.75
SLU_Q3		q3	1.16
SLU_Q4	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q4		G2	1.3
SLU_Q4		QH1	1.5
SLU_Q4		T	-0.9
SLU_Q4		Vx-	0.9
SLU_Q4		N	0.75
SLU_Q4		q3	1.16
SLU_Q5	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q5		G2	1.3
SLU_Q5		QH1	1.5
SLU_Q5		T	0.9
SLU_Q5		Vy	0.9

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	37 di 79

SLU_Q5		N	0.75
SLU_Q5		q3	1.16
SLU_Q6	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q6		G2	1.3
SLU_Q6		QH1	1.5
SLU_Q6		T	-0.9
SLU_Q6		Vy	0.9
SLU_Q6		N	0.75
SLU_Q6		q3	1.16
SLU_Q7	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q7		G2	1.3
SLU_Q7		QH1	1.5
SLU_Q7		T	0.9
SLU_Q7		Vy-	0.9
SLU_Q7		N	0.75
SLU_Q7		q3	1.16
SLU_Q8	Linear Add	G1	1.3
SLU_Q8		G2	1.3
SLU_Q8		QH1	1.5
SLU_Q8		T	-0.9
SLU_Q8		Vy-	0.9
SLU_Q8		N	0.75
SLU_Q8		q3	1.16
SLU_Vx1+	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vx1+		G2	1.3
SLU_Vx1+		N	0.75
SLU_Vx1+		T	0.9
SLU_Vx1+		Vx	1.5
SLU_Vx1+		q3	1.16
SLU_Vx1-	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vx1-		G2	1.3
SLU_Vx1-		N	0.75
SLU_Vx1-		T	0.9
SLU_Vx1-		Vx-	1.5
SLU_Vx1-		q3	1.16
SLU_Vx2+	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vx2+		G2	1.3
SLU_Vx2+		N	0.75
SLU_Vx2+		T	-0.9

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	38 di 79

SLU_Vx2+		Vx	1.5
SLU_Vx2+		q3	1.16
SLU_Vx2-	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vx2-		G2	1.3
SLU_Vx2-		N	0.75
SLU_Vx2-		T	-0.9
SLU_Vx2-		Vx-	1.5
SLU_Vx2-		q3	1.16
SLU_Vy1+	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vy1+		G2	1.3
SLU_Vy1+		N	0.75
SLU_Vy1+		T	0.9
SLU_Vy1+		Vy	1.5
SLU_Vy1+		q3	1.16
SLU_Vy1-	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vy1-		G2	1.3
SLU_Vy1-		N	0.75
SLU_Vy1-		T	0.9
SLU_Vy1-		Vy-	1.5
SLU_Vy1-		q3	1.16
SLU_Vy2+	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vy2+		G2	1.3
SLU_Vy2+		N	0.75
SLU_Vy2+		T	-0.9
SLU_Vy2+		Vy	1.5
SLU_Vy2+		q3	1.16
SLU_Vy2-	Linear Add	G1	1.3
SLU_Vy2-		G2	1.3
SLU_Vy2-		N	0.75
SLU_Vy2-		T	-0.9
SLU_Vy2-		Vy-	1.5
SLU_Vy2-		q3	1.16
SLU_N1	Linear Add	G1	1.3
SLU_N1		G2	1.3
SLU_N1		QH1	0
SLU_N1		T	0.9
SLU_N1		Vx	0.9
SLU_N1		N	1.5
SLU_N1		q3	1.16

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	39 di 79

SLU_N2	Linear Add	G1	1.3
SLU_N2		G2	1.3
SLU_N2		QH1	0
SLU_N2		T	-0.9
SLU_N2		Vx	0.9
SLU_N2		N	1.5
SLU_N2		q3	1.16
SLU_N3	Linear Add	G1	1.3
SLU_N3		G2	1.3
SLU_N3		QH1	0
SLU_N3		T	0.9
SLU_N3		Vx-	0.9
SLU_N3		N	1.5
SLU_N3		q3	1.16
SLU_N4	Linear Add	G1	1.3
SLU_N4		G2	1.3
SLU_N4		QH1	0
SLU_N4		T	-0.9
SLU_N4		Vx-	0.9
SLU_N4		N	1.5
SLU_N4		q3	1.16
SLU_N5	Linear Add	G1	1.3
SLU_N5		G2	1.3
SLU_N5		QH1	0
SLU_N5		T	0.9
SLU_N5		Vy	0.9
SLU_N5		N	1.5
SLU_N5		q3	1.16
SLU_N6	Linear Add	G1	1.3
SLU_N6		G2	1.3
SLU_N6		QH1	0
SLU_N6		T	-0.9
SLU_N6		Vy	0.9
SLU_N6		N	1.5
SLU_N6		q3	1.16
SLU_N7	Linear Add	G1	1.3
SLU_N7		G2	1.3
SLU_N7		QH1	0
SLU_N7		T	0.9

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	40 di 79

SLU_N7		Vy-	0.9
SLU_N7		N	1.5
SLU_N7		q3	1.16
SLU_N8	Linear Add	G1	1.3
SLU_N8		G2	1.3
SLU_N8		QH1	0
SLU_N8		T	-0.9
SLU_N8		Vy-	0.9
SLU_N8		N	1.5
SLU_N8		q3	1.16
SLU_T1	Linear Add	G1	1.3
SLU_T1		G2	1.3
SLU_T1		QH1	0
SLU_T1		T	1.5
SLU_T1		Vx	0.9
SLU_T1		N	0.75
SLU_T1		q3	1.16
SLU_T2	Linear Add	G1	1.3
SLU_T2		G2	1.3
SLU_T2		QH1	0
SLU_T2		T	-1.5
SLU_T2		Vx	0.9
SLU_T2		N	0.75
SLU_T2		q3	1.16
SLU_T3	Linear Add	G1	1.3
SLU_T3		G2	1.3
SLU_T3		QH1	0
SLU_T3		T	1.5
SLU_T3		Vx-	0.9
SLU_T3		N	0.75
SLU_T3		q3	1.16
SLU_T4	Linear Add	G1	1.3
SLU_T4		G2	1.3
SLU_T4		QH1	0
SLU_T4		T	-1.5
SLU_T4		Vx-	0.9
SLU_T4		N	0.75
SLU_T4		q3	1.16
SLU_T5	Linear Add	G1	1.3

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	41 di 79

SLU_T5		G2	1.3
SLU_T5		QH1	0
SLU_T5		T	1.5
SLU_T5		Vy	0.9
SLU_T5		N	0.75
SLU_T5		q3	1.16
SLU_T6	Linear Add	G1	1.3
SLU_T6		G2	1.3
SLU_T6		QH1	0
SLU_T6		T	-1.5
SLU_T6		Vy	0.9
SLU_T6		N	0.75
SLU_T6		q3	1.16
SLU_T7	Linear Add	G1	1.3
SLU_T7		G2	1.3
SLU_T7		QH1	0
SLU_T7		T	1.5
SLU_T7		Vy-	0.9
SLU_T7		N	0.75
SLU_T7		q3	1.16
SLU_T8	Linear Add	G1	1.3
SLU_T8		G2	1.3
SLU_T8		QH1	0
SLU_T8		T	-1.5
SLU_T8		Vy-	0.9
SLU_T8		N	0.75
SLU_T8		q3	1.16
SLU_AE1	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE1		G2	1.3
SLU_AE1		QH1	0
SLU_AE1		T	0.9
SLU_AE1		Vx	0.9
SLU_AE1		N	0.75
SLU_AE1		q3	1.45
SLU_AE2	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE2		G2	1.3
SLU_AE2		QH1	0
SLU_AE2		T	-0.9
SLU_AE2		Vx	0.9

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	42 di 79

SLU_AE2		N	0.75
SLU_AE2		q3	1.45
SLU_AE3	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE3		G2	1.3
SLU_AE3		QH1	0
SLU_AE3		T	0.9
SLU_AE3		Vx-	0.9
SLU_AE3		N	0.75
SLU_AE3		q3	1.45
SLU_AE4	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE4		G2	1.3
SLU_AE4		QH1	0
SLU_AE4		T	-0.9
SLU_AE4		Vx-	0.9
SLU_AE4		N	0.75
SLU_AE4		q3	1.45
SLU_AE5	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE5		G2	1.3
SLU_AE5		QH1	0
SLU_AE5		T	0.9
SLU_AE5		Vy	0.9
SLU_AE5		N	0.75
SLU_AE5		q3	1.45
SLU_AE6	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE6		G2	1.3
SLU_AE6		QH1	0
SLU_AE6		T	-0.9
SLU_AE6		Vy	0.9
SLU_AE6		N	0.75
SLU_AE6		q3	1.45
SLU_AE7	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE7		G2	1.3
SLU_AE7		QH1	0
SLU_AE7		T	0.9
SLU_AE7		Vy-	0.9
SLU_AE7		N	0.75
SLU_AE7		q3	1.45
SLU_AE8	Linear Add	G1	1.3
SLU_AE8		G2	1.3

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	43 di 79

SLU_AE8		QH1	0
SLU_AE8		T	-0.9
SLU_AE8		Vy-	0.9
SLU_AE8		N	0.75
SLU_AE8		q3	1.45

Combinazioni SLE rara

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
SLER_Q1	Linear Add	G1	1
SLER_Q1		G2	1
SLER_Q1		QH1	1
SLER_Q1		T	0.6
SLER_Q1		N	0.5
SLER_Q1		Vx	0.6
SLER_Q1		N	0.5
SLER_Q1		q3	0.8
SLER_Q2	Linear Add	G1	1
SLER_Q2		G2	1
SLER_Q2		QH1	1
SLER_Q2		T	-0.6
SLER_Q2		N	0.5
SLER_Q2		Vx	0.6
SLER_Q2		N	0.5
SLER_Q2		q3	0.8
SLER_Q3	Linear Add	G1	1
SLER_Q3		G2	1
SLER_Q3		QH1	1
SLER_Q3		T	0.6
SLER_Q3		N	0.5
SLER_Q3		Vx-	0.6
SLER_Q3		N	0.5
SLER_Q3		q3	0.8
SLER_Q4	Linear Add	G1	1
SLER_Q4		G2	1
SLER_Q4		QH1	1

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	44 di 79

SLER_Q4		T	-0.6
SLER_Q4		N	0.5
SLER_Q4		Vx-	0.6
SLER_Q4		N	0.5
SLER_Q4		q3	0.8
SLER_Q5	Linear Add	G1	1
SLER_Q5		G2	1
SLER_Q5		QH1	1
SLER_Q5		T	0.6
SLER_Q5		N	0.5
SLER_Q5		Vy	0.6
SLER_Q5		N	0.5
SLER_Q5		q3	0.8
SLER_Q6	Linear Add	G1	1
SLER_Q6		G2	1
SLER_Q6		QH1	1
SLER_Q6		T	-0.6
SLER_Q6		N	0.5
SLER_Q6		Vy	0.6
SLER_Q6		N	0.5
SLER_Q6		q3	0.8
SLER_Q7	Linear Add	G1	1
SLER_Q7		G2	1
SLER_Q7		QH1	1
SLER_Q7		T	0.6
SLER_Q7		N	0.5
SLER_Q7		Vy-	0.6
SLER_Q7		N	0.5
SLER_Q7		q3	0.8
SLER_Q8	Linear Add	G1	1
SLER_Q8		G2	1
SLER_Q8		QH1	1
SLER_Q8		T	-0.6
SLER_Q8		N	0.5
SLER_Q8		Vy-	0.6
SLER_Q8		N	0.5
SLER_Q8		q3	0.8
SLER_Vx+_T-	Linear Add	G1	1
SLER_Vx+_T-		G2	1

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	45 di 79

SLER_Vx+_T-		Vx	1
SLER_Vx+_T-		N	0.5
SLER_Vx+_T-		T	-0.6
SLER_Vx+_T-		q3	0.8
SLER_Vy+	Linear Add	G1	1
SLER_Vy+		G2	1
SLER_Vy+		Vy	1
SLER_Vy+		N	0.5
SLER_Vy+		T	0.6
SLER_Vy+		q3	0.8
SLER_Vx-	Linear Add	G1	1
SLER_Vx-		G2	1
SLER_Vx-		Vx-	1
SLER_Vx-		N	0.5
SLER_Vx-		T	0.6
SLER_Vx-		q3	0.8
SLER_Vy-	Linear Add	G1	1
SLER_Vy-		G2	1
SLER_Vy-		Vy-	1
SLER_Vy-		N	0.5
SLER_Vy-		T	0.6
SLER_Vy-		q3	0.8
SLER_Vx+	Linear Add	G1	1
SLER_Vx+		G2	1
SLER_Vx+		Vx	1
SLER_Vx+		N	0.5
SLER_Vx+		T	0.6
SLER_Vx+		q3	0.8
SLER_Vx-_T-	Linear Add	G1	1
SLER_Vx-_T-		G2	1
SLER_Vx-_T-		Vx-	1
SLER_Vx-_T-		N	0.5
SLER_Vx-_T-		T	-0.6
SLER_Vx-_T-		q3	0.8
SLER_Vy+_T-	Linear Add	G1	1
SLER_Vy+_T-		G2	1
SLER_Vy+_T-		Vy	1
SLER_Vy+_T-		N	0.5
SLER_Vy+_T-		T	-0.6

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	46 di 79

SLER_Vy+_T-		q3	0.8
SLER_Vy-_T-	Linear Add	G1	1
SLER_Vy-_T-		G2	1
SLER_Vy-_T-		Vy-	1
SLER_Vy-_T-		N	0.5
SLER_Vy-_T-		T	-0.6
SLER_Vy-_T-		q3	0.8
SLER_N1	Linear Add	G1	1
SLER_N1		G2	1
SLER_N1		QH1	0
SLER_N1		T	0.6
SLER_N1		N	0.5
SLER_N1		Vx	0.6
SLER_N1		N	1
SLER_N1		q3	0.8
SLER_N2	Linear Add	G1	1
SLER_N2		G2	1
SLER_N2		QH1	0
SLER_N2		T	-0.6
SLER_N2		N	0.5
SLER_N2		Vx	0.6
SLER_N2		N	1
SLER_N2		q3	0.8
SLER_N3	Linear Add	G1	1
SLER_N3		G2	1
SLER_N3		QH1	0
SLER_N3		T	0.6
SLER_N3		N	0.5
SLER_N3		Vx-	0.6
SLER_N3		N	1
SLER_N3		q3	0.8
SLER_N4	Linear Add	G1	1
SLER_N4		G2	1
SLER_N4		QH1	0
SLER_N4		T	-0.6
SLER_N4		N	0.5
SLER_N4		Vx-	0.6
SLER_N4		N	1
SLER_N4		q3	0.8

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	47 di 79

SLER_N5	Linear Add	G1	1
SLER_N5		G2	1
SLER_N5		QH1	0
SLER_N5		T	0.6
SLER_N5		N	0.5
SLER_N5		Vy	0.6
SLER_N5		N	1
SLER_N5		q3	0.8
SLER_N6	Linear Add	G1	1
SLER_N6		G2	1
SLER_N6		QH1	0
SLER_N6		T	-0.6
SLER_N6		N	0.5
SLER_N6		Vy	0.6
SLER_N6		N	1
SLER_N6		q3	0.8
SLER_N7	Linear Add	G1	1
SLER_N7		G2	1
SLER_N7		QH1	0
SLER_N7		T	0.6
SLER_N7		N	0.5
SLER_N7		Vy-	0.6
SLER_N7		N	1
SLER_N7		q3	0.8
SLER_N8	Linear Add	G1	1
SLER_N8		G2	1
SLER_N8		QH1	0
SLER_N8		T	-0.6
SLER_N8		N	0.5
SLER_N8		Vy-	0.6
SLER_N8		N	1
SLER_N8		q3	0.8
SLER_T1	Linear Add	G1	1
SLER_T1		G2	1
SLER_T1		QH1	0
SLER_T1		T	1
SLER_T1		N	0.5
SLER_T1		Vx	0.6
SLER_T1		N	0.5

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	48 di 79

SLER_T1		q3	0.8
SLER_T2	Linear Add	G1	1
SLER_T2		G2	1
SLER_T2		QH1	0
SLER_T2		T	-1
SLER_T2		N	0.5
SLER_T2		Vx	0.6
SLER_T2		N	0.5
SLER_T2		q3	0.8
SLER_T3	Linear Add	G1	1
SLER_T3		G2	1
SLER_T3		QH1	0
SLER_T3		T	1
SLER_T3		N	0.5
SLER_T3		Vx-	0.6
SLER_T3		N	0.5
SLER_T3		q3	0.8
SLER_T4	Linear Add	G1	1
SLER_T4		G2	1
SLER_T4		QH1	0
SLER_T4		T	-1
SLER_T4		N	0.5
SLER_T4		Vx-	0.6
SLER_T4		N	0.5
SLER_T4		q3	0.8
SLER_T5	Linear Add	G1	1
SLER_T5		G2	1
SLER_T5		QH1	0
SLER_T5		T	1
SLER_T5		N	0.5
SLER_T5		Vy	0.6
SLER_T5		N	0.5
SLER_T5		q3	0.8
SLER_T6	Linear Add	G1	1
SLER_T6		G2	1
SLER_T6		QH1	0
SLER_T6		T	-1
SLER_T6		N	0.5
SLER_T6		Vy	0.6

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	49 di 79

SLER_T6		N	0.5
SLER_T6		q3	0.8
SLER_T7	Linear Add	G1	1
SLER_T7		G2	1
SLER_T7		QH1	0
SLER_T7		T	1
SLER_T7		N	0.5
SLER_T7		Vy-	0.6
SLER_T7		N	0.5
SLER_T7		q3	0.8
SLER_T8	Linear Add	G1	1
SLER_T8		G2	1
SLER_T8		QH1	0
SLER_T8		T	-1
SLER_T8		N	0.5
SLER_T8		Vy-	0.6
SLER_T8		N	0.5
SLER_T8		q3	0.8
SLER_AE1	Linear Add	G1	1
SLER_AE1		G2	1
SLER_AE1		QH1	0
SLER_AE1		T	0.6
SLER_AE1		N	0.5
SLER_AE1		Vx	0.6
SLER_AE1		N	0.5
SLER_AE1		q3	1
SLER_AE2	Linear Add	G1	1
SLER_AE2		G2	1
SLER_AE2		QH1	0
SLER_AE2		T	-0.6
SLER_AE2		N	0.5
SLER_AE2		Vx	0.6
SLER_AE2		N	0.5
SLER_AE2		q3	1
SLER_AE3	Linear Add	G1	1
SLER_AE3		G2	1
SLER_AE3		QH1	0
SLER_AE3		T	0.6
SLER_AE3		N	0.5

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	50 di 79

SLER_AE3		Vx-	0.6
SLER_AE3		N	0.5
SLER_AE3		q3	1
SLER_AE4	Linear Add	G1	1
SLER_AE4		G2	1
SLER_AE4		QH1	0
SLER_AE4		T	-0.6
SLER_AE4		N	0.5
SLER_AE4		Vx-	0.6
SLER_AE4		N	0.5
SLER_AE4		q3	1
SLER_AE5	Linear Add	G1	1
SLER_AE5		G2	1
SLER_AE5		QH1	0
SLER_AE5		T	0.6
SLER_AE5		N	0.5
SLER_AE5		Vy	0.6
SLER_AE5		N	0.5
SLER_AE5		q3	1
SLER_AE6	Linear Add	G1	1
SLER_AE6		G2	1
SLER_AE6		QH1	0
SLER_AE6		T	-0.6
SLER_AE6		N	0.5
SLER_AE6		Vy	0.6
SLER_AE6		N	0.5
SLER_AE6		q3	1
SLER_AE7	Linear Add	G1	1
SLER_AE7		G2	1
SLER_AE7		QH1	0
SLER_AE7		T	0.6
SLER_AE7		N	0.5
SLER_AE7		Vy-	0.6
SLER_AE7		N	0.5
SLER_AE7		q3	1
SLER_AE8	Linear Add	G1	1
SLER_AE8		G2	1
SLER_AE8		QH1	0
SLER_AE8		T	-0.6

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	51 di 79

SLER_AE8		N	0.5
SLER_AE8		Vy-	0.6
SLER_AE8		N	0.5
SLER_AE8		q3	1

Combinazioni SLV

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
SLV_X1	Linear Add	G1	1
SLV_X1		G2	1
SLV_X1		SLV-X	1
SLV_X1		SLV-Y	0.3
SLV_X2	Linear Add	G1	1
SLV_X2		G2	1
SLV_X2		SLV-X	-1
SLV_X2		SLV-Y	0.3
SLV_X3	Linear Add	G1	1
SLV_X3		G2	1
SLV_X3		SLV-X	1
SLV_X3		SLV-Y	-0.3
SLV_X4	Linear Add	G1	1
SLV_X4		G2	1
SLV_X4		SLV-X	-1
SLV_X4		SLV-Y	-0.3
SLV_Y1	Linear Add	G1	1
SLV_Y1		G2	1
SLV_Y1		SLV-X	0.3
SLV_Y1		SLV-Y	1
SLV_Y2	Linear Add	G1	1
SLV_Y2		G2	1
SLV_Y2		SLV-X	-0.3
SLV_Y2		SLV-Y	1
SLV_Y3	Linear Add	G1	1
SLV_Y3		G2	1
SLV_Y3		SLV-X	0.3
SLV_Y3		SLV-Y	-1
SLV_Y4	Linear Add	G1	1

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	52 di 79

SLV_Y4		G2	1
SLV_Y4		SLV-X	-0.3
SLV_Y4		SLV-Y	-1
SLV_X5	Linear Add	G1	1
SLV_X5		G2	1
SLV_X5		SLV-X	1
SLV_X5		SLV-Y	0.3
SLV_X6	Linear Add	G1	1
SLV_X6		G2	1
SLV_X6		SLV-X	-1
SLV_X6		SLV-Y	0.3
SLV_X7	Linear Add	G1	1
SLV_X7		G2	1
SLV_X7		SLV-X	1
SLV_X7		SLV-Y	-0.3
SLV_X8	Linear Add	G1	1
SLV_X8		G2	1
SLV_X8		SLV-X	-1
SLV_X8		SLV-Y	-0.3
SLV_Y5	Linear Add	G1	1
SLV_Y5		G2	1
SLV_Y5		SLV-X	0.3
SLV_Y5		SLV-Y	1
SLV_Y6	Linear Add	G1	1
SLV_Y6		G2	1
SLV_Y6		SLV-X	-0.3
SLV_Y6		SLV-Y	1
SLV_Y7	Linear Add	G1	1
SLV_Y7		G2	1
SLV_Y7		SLV-X	0.3
SLV_Y7		SLV-Y	-1
SLV_Y8	Linear Add	G1	1
SLV_Y8		G2	1
SLV_Y8		SLV-X	-0.3
SLV_Y8		SLV-Y	-1
SLV_X9	Linear Add	G1	1
SLV_X9		G2	1
SLV_X9		SLV-X	1
SLV_X9		SLV-Y	0.3

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	53 di 79

SLV_X10	Linear Add	G1	1
SLV_X10		G2	1
SLV_X10		SLV-X	-1
SLV_X10		SLV-Y	0.3
SLV_X11	Linear Add	G1	1
SLV_X11		G2	1
SLV_X11		SLV-X	1
SLV_X11		SLV-Y	-0.3
SLV_X12	Linear Add	G1	1
SLV_X12		G2	1
SLV_X12		SLV-X	-1
SLV_X12		SLV-Y	-0.3
SLV_X13	Linear Add	G1	1
SLV_X13		G2	1
SLV_X13		SLV-X	1
SLV_X13		SLV-Y	0.3
SLV_X14	Linear Add	G1	1
SLV_X14		G2	1
SLV_X14		SLV-X	-1
SLV_X14		SLV-Y	0.3
SLV_X15	Linear Add	G1	1
SLV_X15		G2	1
SLV_X15		SLV-X	1
SLV_X15		SLV-Y	-0.3
SLV_X16	Linear Add	G1	1
SLV_X16		G2	1
SLV_X16		SLV-X	-1
SLV_X16		SLV-Y	-0.3
SLV_Y9	Linear Add	G1	1
SLV_Y9		G2	1
SLV_Y9		SLV-X	0.3
SLV_Y9		SLV-Y	1
SLV_Y10	Linear Add	G1	1
SLV_Y10		G2	1
SLV_Y10		SLV-X	-0.3
SLV_Y10		SLV-Y	1
SLV_Y11	Linear Add	G1	1
SLV_Y11		G2	1
SLV_Y11		SLV-X	0.3

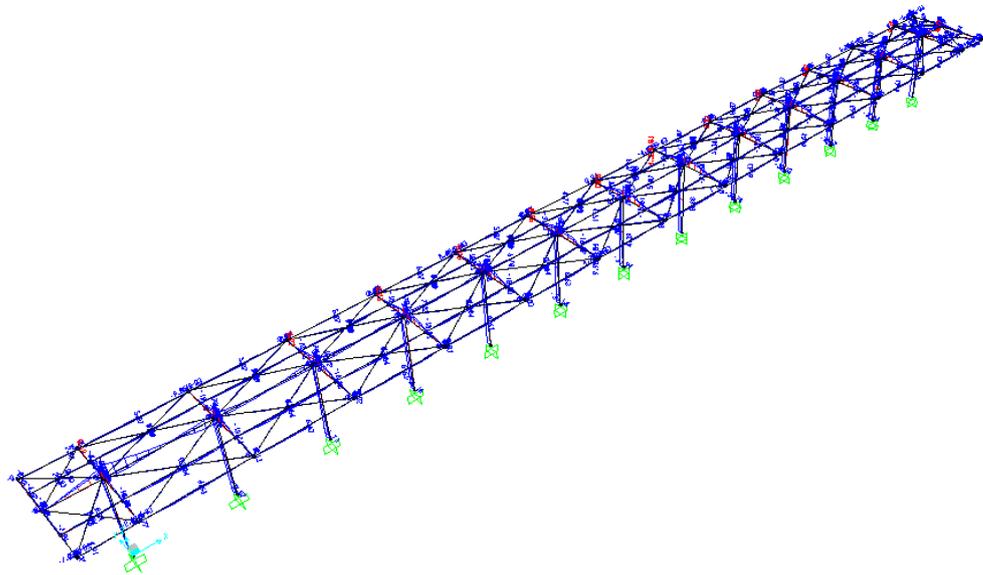
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	54 di 79

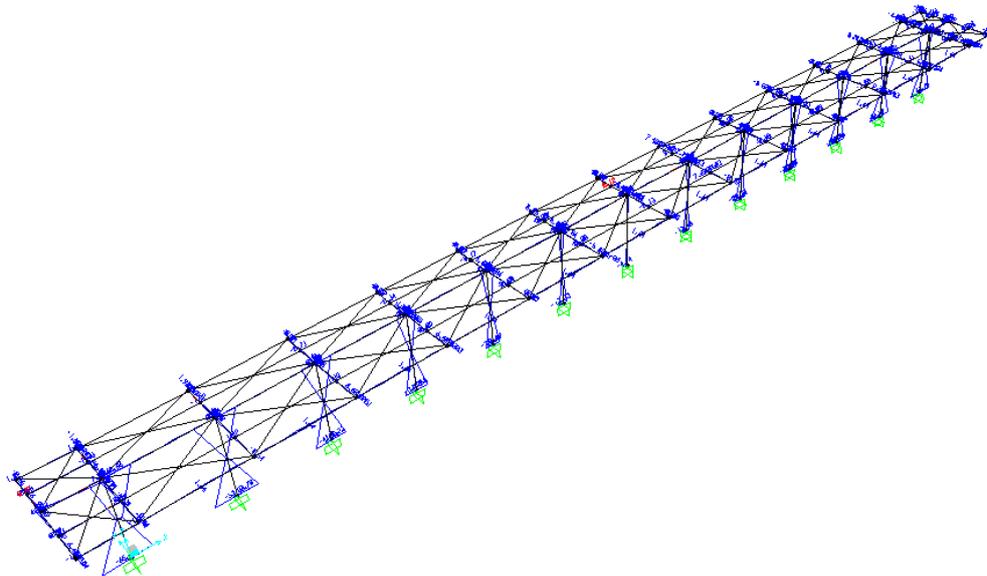
SLV_Y11		SLV-Y	1
SLV_Y12	Linear Add	G1	1
SLV_Y12		G2	1
SLV_Y12		SLV-X	-0.3
SLV_Y12		SLV-Y	-1
SLV_Y13	Linear Add	G1	1
SLV_Y13		G2	1
SLV_Y13		SLV-X	0.3
SLV_Y13		SLV-Y	1
SLV_Y14	Linear Add	G1	1
SLV_Y14		G2	1
SLV_Y14		SLV-X	-0.3
SLV_Y14		SLV-Y	1
SLV_Y15	Linear Add	G1	1
SLV_Y15		G2	1
SLV_Y15		SLV-X	0.3
SLV_Y15		SLV-Y	-1
SLV_Y16	Linear Add	G1	1
SLV_Y16		G2	1
SLV_Y16		SLV-X	-0.3
SLV_Y16		SLV-Y	-1

7.-..SOLLECITAZIONI MASSIME

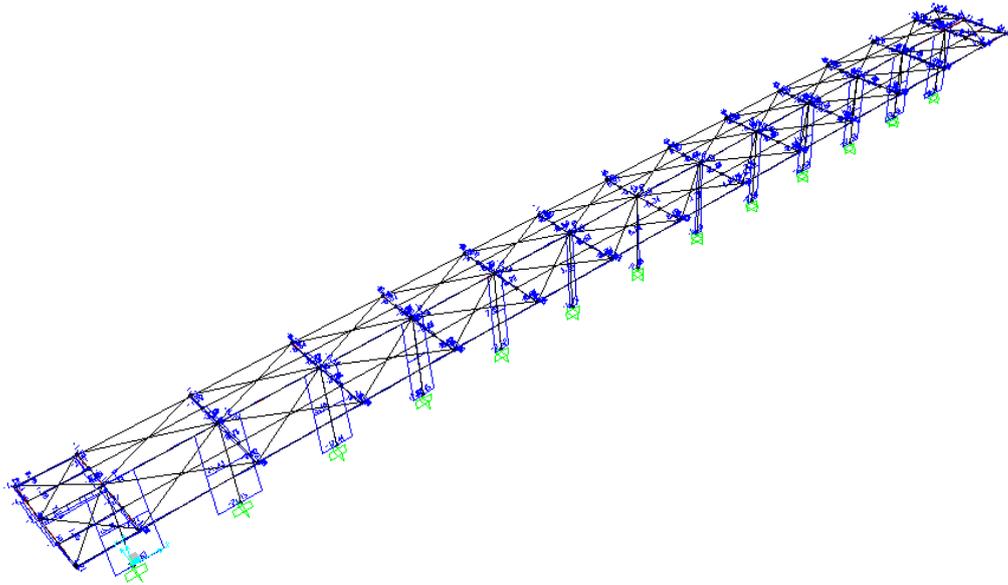
Di seguito si riportano, per il modello di calcolo, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione a mezzo di diagrammi di involuppo associati alle famiglie di combinazioni dei carichi.



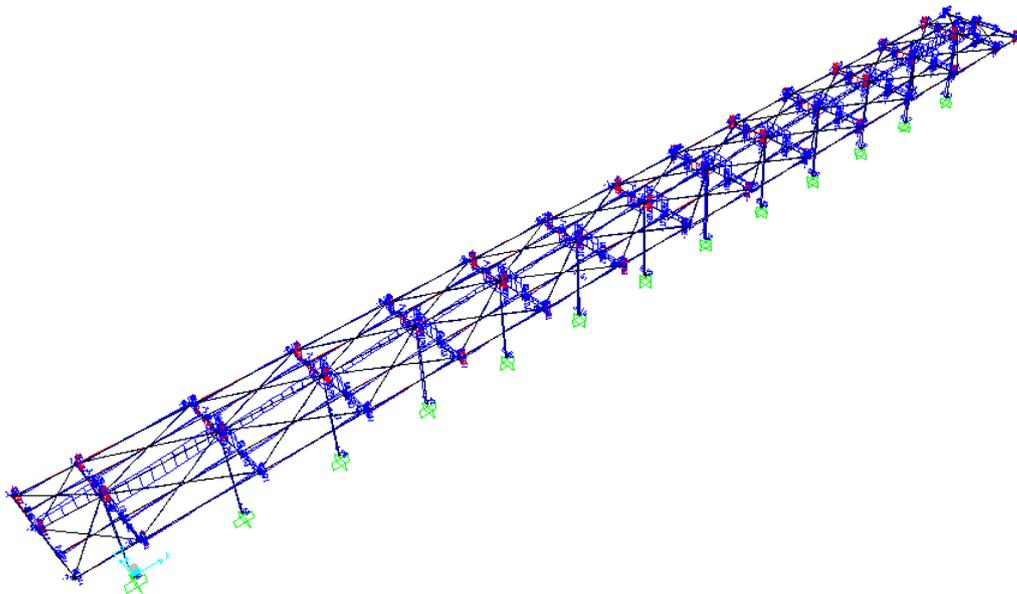
Momento M3 - Involuppo SLU



Momento M2 - Involuppo SLU



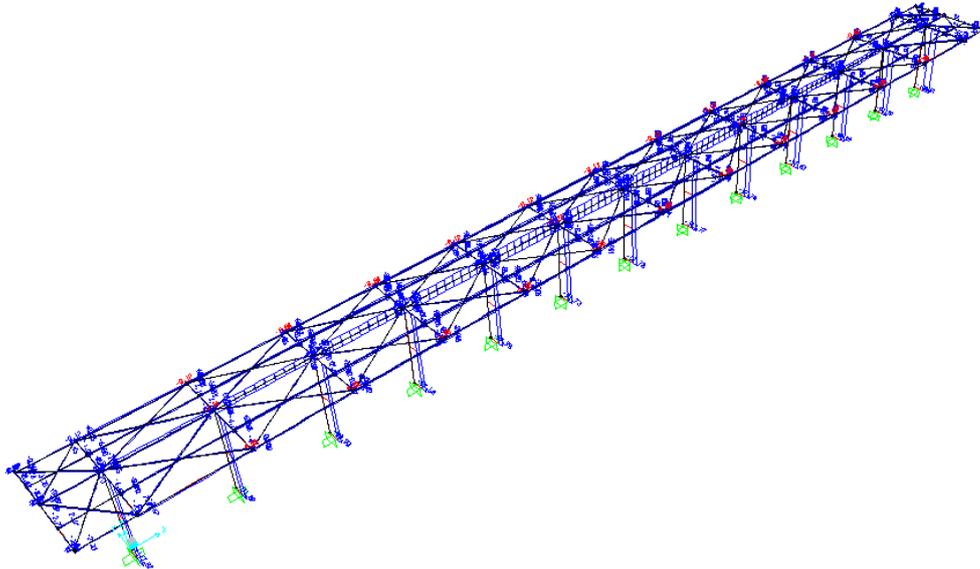
Taglio V3 - Involuppo SLU



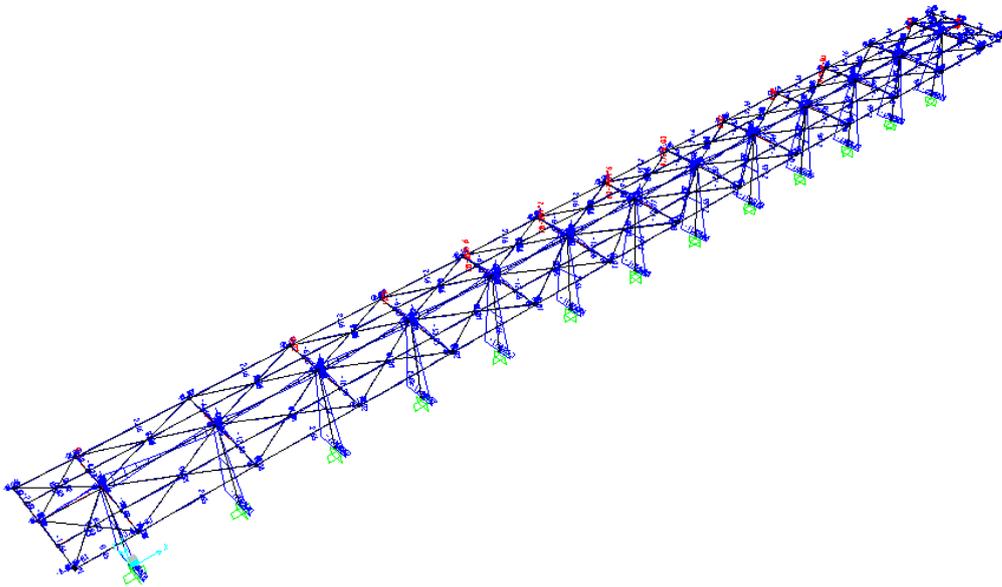
Taglio V2 - Involuppo SLU

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	57 di 79



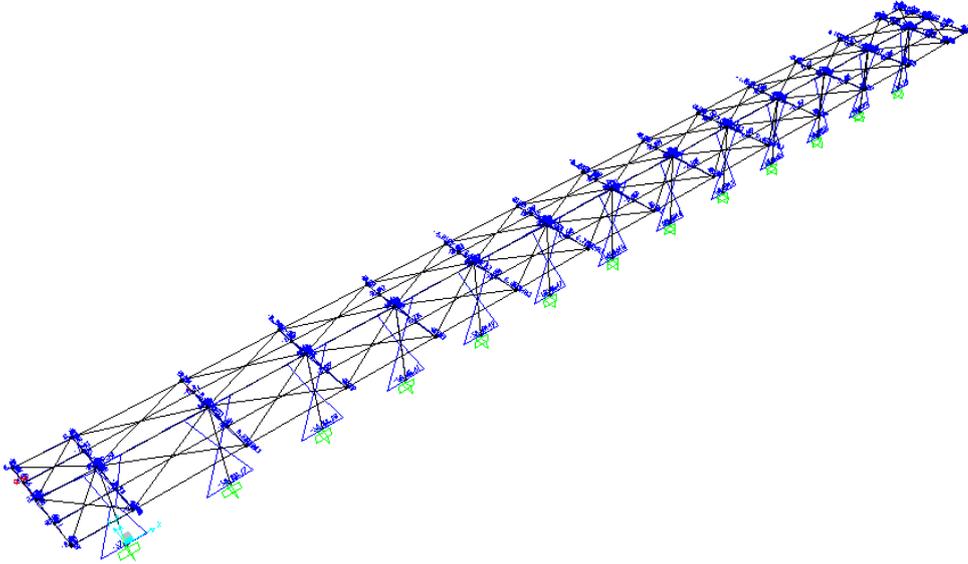
Sforzo Normale N - Involuppo SLU



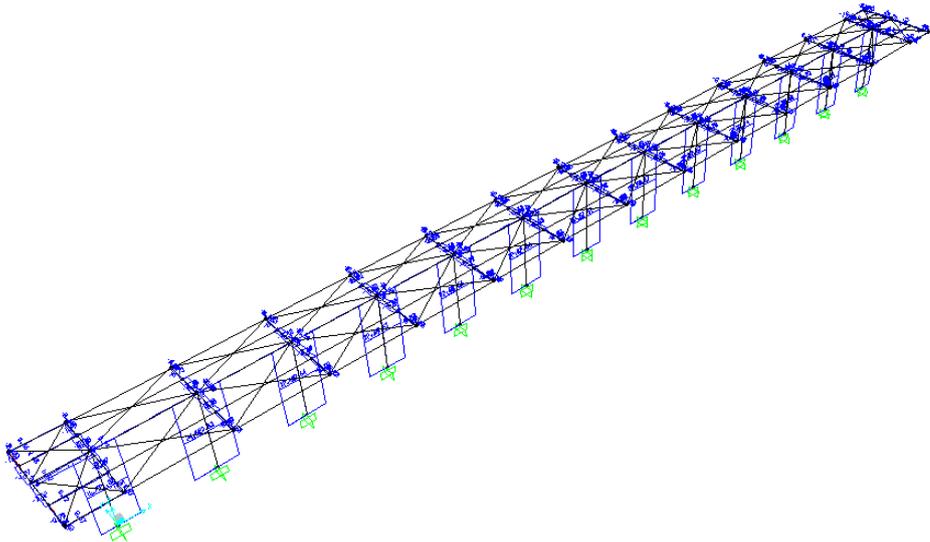
Momento M3 - Involuppo SLV

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	58 di 79



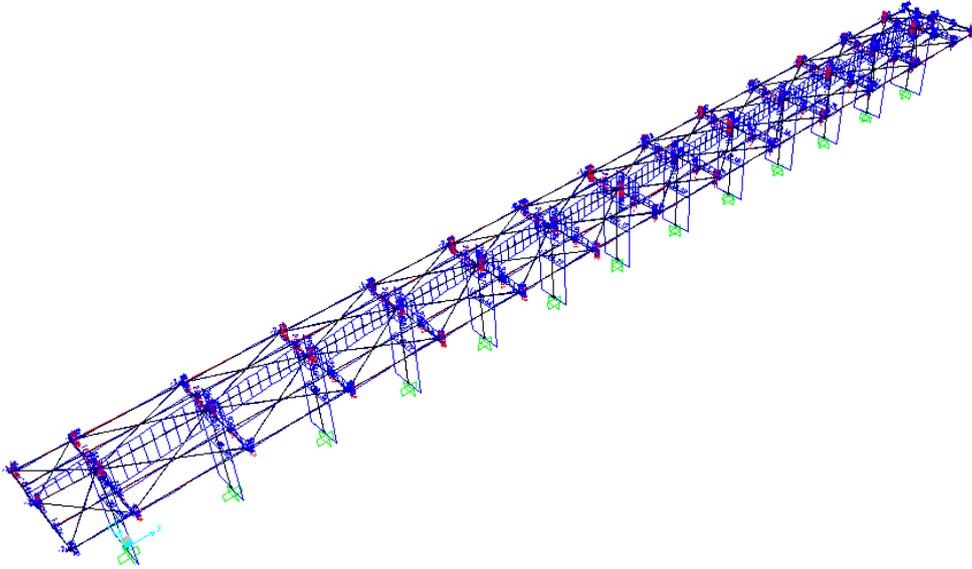
Momento M2 - Involuppo SLV



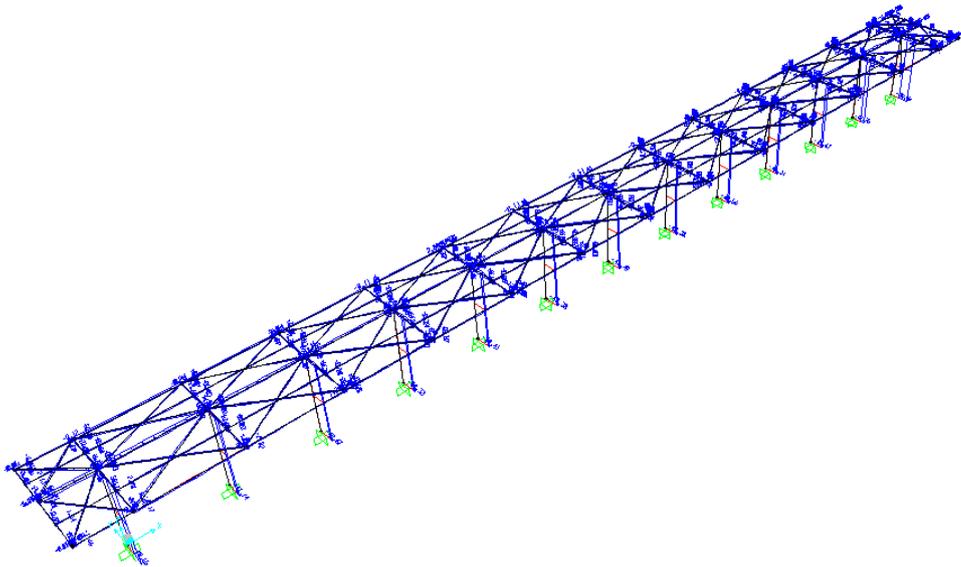
Taglio V3 - Involuppo SLV

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	59 di 79



Taglio V2 - Inviluppo SLV



Sforzo Normale N - Inviluppo SLV

8.-..VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

8.1.-..Criteri di verifica delle sezioni

Il post-processore del software di calcolo SAP2000 è in grado di verificare le sezioni in acciaio secondo le Normative vigenti. Le verifiche svolte sono le seguenti:

Sforzo Normale di Trazione

Viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1.0, \quad (\text{NTC Eq. 4.2.5})$$

$N_{t,Rd}$ è il min tra:

$$N_{pl,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.6})$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9A_{net}f_u}{\gamma_{M2}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.7})$$

Sforzo Normale di Compressione

Viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.9})$$

Dove:

$$N_{c,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for Class 1, 2, or 3 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.10})$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff}f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{for Class 4 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.10})$$

Instabilità per Sforzo Assiale

Viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.41})$$

Dove:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{for Class 1, 2, and 3 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.42})$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi_{eff} A f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{for Class 4 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.43})$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.44})$$

$$\Phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2] \quad (\text{NTC § 4.2.4.1.3.1})$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}, \quad \text{for Class 1, 2 and 3 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.45})$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr}}}, \quad \text{for Class 4 cross-sections} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.46})$$

Momento Flettente

Viene verificato che:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.11})$$

Dove:

- Class 1 or 2 sections

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.12})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	62 di 79

▪ Class 3 sections

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.13})$$

▪ Class 4 sections

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} f_y}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.14})$$

Se:

$$V_{Ed} \geq 0.5V_{c,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.30})$$

Allora:

$$M_{y,V,Rd} = \frac{\left[W_{pl,y} - \frac{\rho A_v^2}{4t_w} \right] f_{yk}}{\gamma_{M0}} \leq M_{y,c,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.32})$$

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.31})$$

$$A_v = h_w t_w$$

Instabilità Flesso-Torsionale

Viene verificato che:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.48})$$

Dove:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.49})$$

– Class 1 or 2 sections

$$W_y = W_{pl,y} \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

– Class 3 sections

$$W_y = W_{el,y} \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

– Class 4 sections

$$W_y = W_{eff,y} \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1 \\ \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \frac{1}{f} \end{cases} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.50 and 4.2.53})$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.2)$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.51})$$

$$\lambda_{LT,0} = 0.2$$

$$\beta = 1$$

$$f = 1 - 0.5(1 - k_c) \cdot \left[1 - 2(\bar{\lambda}_{LT} - 0.8)^2 \right] \quad (\text{NTC Eq. 4.2.52})$$

$$M_{cr} = \psi \frac{\pi^2 EI_z}{L_{cr}^2} \left(\frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 GI_T}{\pi^2 EI_z} \right)^{0.5}$$

$$\psi = 1.75 - 1.05 \frac{M_B}{M_A} + 0.3 \left(\frac{M_B}{M_A} \right)^2$$

Table 6-1: Corrective Factor (NTC Table 4.2.X)

$$\psi = \frac{12.5M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2.7$$

Taglio

Viene verificato che:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.16})$$

Dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.17})$$

Instabilità a Taglio

Se:

$$\frac{h_w}{t_w} > \frac{72}{\eta} \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.27})$$

Allora:

$$V_{c,Rd} = V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (\text{NTC Eq. C4.2.46})$$

Dove:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (\text{NTC Eq. C4.2.47})$$

$$\bar{\lambda}_w = 0.76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} \quad (\text{NTC Eq. C4.2.50})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	65 di 79

$$\tau_{cr} = k_{\tau} \sigma_E \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.4.1)$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t^2}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot h_w} = 190000 \cdot \left(\frac{t}{h_w} \right)^2 \quad (\text{NTC } \S 4.2.4.1.3.4.1)$$

$$k_{\tau} = 5.34 + 4.00 \left(\frac{h_w}{L} \right)^2 \quad (\text{NTC Eq. C4.2.51})$$

$$\chi_w = \begin{cases} \eta & \text{if } \bar{\lambda}_w < 0.83/\eta \\ 0.83/\bar{\lambda}_w & \text{if } \bar{\lambda}_w \geq 0.83/\eta \end{cases} \quad (\text{NTC Tab. C.4.2.VII})$$

Torsione e Taglio

Viene verificato che:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1.0, \quad (\text{EC3 6.2.7(9)})$$

Dove:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1.25 \left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]} V_{pl,Rd} \quad (\text{I-Shapes}) \quad (\text{EC3 6.2.7(9)})$$

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{\left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]} V_{pl,Rd} \quad (\text{Hollow Shapes}) \quad (\text{EC3 6.2.7(9)})$$

$$\rho_T = \frac{V_{pl,T,Rd}}{V_{pl,Rd}} = \begin{cases} \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1.25 \left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]}, & \text{for I-shapes,} \\ \sqrt{\left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{\left(f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0}} \right]}, & \text{for Boxes and Pipes,} \end{cases}$$

Sollecitazioni Composte: Momento flettente – Sforzo Assiale – Taglio

Per sezioni di Classe 1 e 2, viene verificato che:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^{5n} \leq 1 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.38})$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.36})$$

Dove:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \left(\frac{1-n}{1-0.5a} \right) \leq M_{pl,y,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.33})$$

$$M_{N,z,Rd} = \begin{cases} M_{pl,z,Rd}, & \text{for } n \leq a, \\ M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right], & \text{for } n > a \end{cases} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.34-35})$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.36})$$

$$a = \frac{A - 2b_f t_f}{A} \leq 0.5 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.37})$$

Per sezioni di Classe 3, viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0 \quad (\text{EC3 6.2.1(7)})$$

Per sezioni di Classe 4, viene verificato che:

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{W_{eff,y,min} f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{W_{eff,z,min} f_y / \gamma_{M0}} \leq 1.0 \quad (\text{EC3 6.2.9.3(2)})$$

Se:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	67 di 79

$$V_{Ed} \geq 0.5V_{c,Rd} \quad (\text{NTC Eq. 4.2.30})$$

Allora:

$$f_{y,red} = (1 - \rho) \cdot f_{yk} \quad (\text{NTC § 4.2.4.1.2.9})$$

$$\rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2 \quad (\text{NTC Eq. 4.2.40})$$

Instabilità per Sollecitazioni Composte: Momento flettente – Sforzo Assiale – Taglio

Viene verificato che:

Per sezioni di Classe 1, 2, e 3:

Method A:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_{\min} \cdot f_{yk} \cdot A}{\gamma_{M1}}} + \frac{M_{y,eq,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed}}{\frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

(NTC Eq. C4.2.32)

Method B:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_y \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1 \quad (\text{NTC C4.2.37})$$

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_y \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1 \quad (\text{NTC C4.2.38})$$

Dove:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	68 di 79

$$k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

$$k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

Per sezioni di Classe 4:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{y} A f_{yk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{NTC Eq. C4.2.38})$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z} A f_{yk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{W_{eff,y} f_{yk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{NTC Eq. C4.2.38})$$

Dove:

$$k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

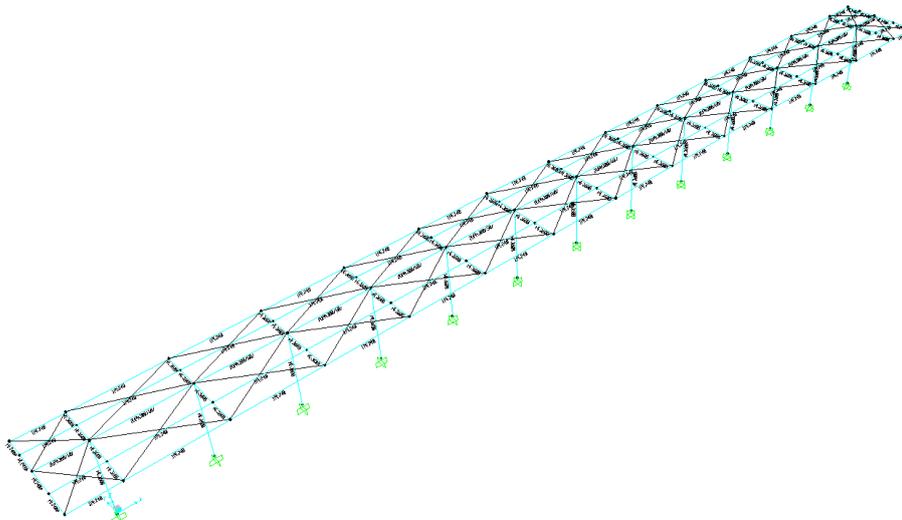
$$k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (\text{EC3 6.3.3(4)})$$

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	69 di 79

8.1.-.Esito verifiche

Coefficienti d'uso (valore max.0.42):



RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	70 di 79

8.1.-.Verifica colonna HEB360

Frame	: 154	Design Sect:	HE360B			
X Mid	: 10.000	Design Type:	Column			
Y Mid	: 0.000	Frame Type:	Secondary Member			
Z Mid	: 2.450	Sect Class:	Class 1			
Length	: 4.900	Major Axis:	0.000 degrees counterclockwise from local 3			
Loc	: 0.000	RLLF	: 1.000			
Area	: 0.018	SMajor	: 0.002			
IMajor	: 4.319E-04	SMinor	: 6.760E-04			
IMinor	: 1.014E-04	ZMajor	: 0.003			
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 0.001			
		rMajor	: 0.154			
		rMinor	: 0.075			
		E	: 210000000.00			
		Fy	: 275000.000			
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
Location	P	M33	M22	U2	U3	T
0.000	-48.556	-58.329	58.200	7.265	-22.640	-0.004
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO						
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(6.62)	0.327	= 0.011	+ 0.097	+ 0.220	0.950	OK
AXIAL FORCE DESIGN						
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor	
Axial	-48.556	4525.000	4525.000	4525.000	4525.000	
MOMENT DESIGN						
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity		
Major Moment	-58.329	670.750	670.750	670.750		
Minor Moment	58.200	258.000	258.000			
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor
Major Moment	1.255	1.000	0.750	0.998		1.432
Minor Moment	1.429	1.000	0.975		0.585	
SHEAR DESIGN						
	Ued Force	Uc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion	
Major Shear	7.762	649.519	0.012	OK	0.000	
Minor Shear	22.640	1623.797	0.014	OK	0.000	

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	71 di 79

8.2.-.Verifica trave HEB360

Frame	: 49	Design Sect:	HE360B				
X Mid	: 5.000	Design Type:	Beam				
Y Mid	: -0.850	Frame Type:	Secondary Member				
Z Mid	: 4.900	Sect Class:	Class 1				
Length	: 1.700	Major Axis:	0.000 degrees counterclockwise from local 3				
Loc	: 1.700	RLLF	: 1.000				
Area	: 0.018	SMajor	: 0.002	rMajor	: 0.154	AUMajor	: 0.005
IMajor	: 4.319E-04	SMinor	: 6.760E-04	rMinor	: 0.075	AUMinor	: 0.011
IMinor	: 1.014E-04	ZMajor	: 0.003	E	: 210000000.00		
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 0.001	Fy	: 275000.000		
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location		P	M33	M22	U2	U3	T
1.700		-4.211	-78.565	2.230	36.786	-0.884	0.188
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(6.2)	0.127	= 0.000	+ 0.117	+ 0.009	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor		
Axial	-4.211	4525.000	4525.000	4525.000	4525.000		
MOMENT DESIGN							
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity			
Major Moment	-78.565	670.750	670.750	670.750			
Minor Moment	2.230	258.000	258.000				
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor	
Major Moment	1.000	1.912	1.000	0.862		1.576	
Minor Moment	1.000	1.000	0.730		0.438		
SHEAR DESIGN							
	Ued Force	Uc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion		
Major Shear	36.786	649.519	0.057	OK	0.000		
Minor Shear	0.884	1623.797	0.001	OK	0.000		
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS							
	UMajor Left	UMajor Right					
Major (U2)	33.651	36.791					

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	72 di 79

8.3.-.Verifica trave 2xUPN300

Frame	: 23	Design Sect:	2UPN300/50/				
X Mid	: 2.500	Design Type:	Beam				
Y Mid	: 0.000	Frame Type :	Secondary Member				
Z Mid	: 4.900	Sect Class :	Class 1				
Length	: 5.000	Major Axis :	0.000 degrees counterclockwise from local 3				
Loc	: 0.000	RLLF	: 1.000				
Area	: 0.012	SMajor	: 0.001	rMajor	: 0.117	AUMajor	: 0.006
IMajor	: 1.604E-04	SMinor	: 3.319E-04	rMinor	: 0.059	AUMinor	: 0.005
IMinor	: 4.149E-05	ZMajor	: 0.001	E	: 210000000.00		
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 6.094E-04	Fy	: 275000.000		
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location		P	M33	M22	U2	U3	T
0.000		-3.816	-62.136	0.416	6.608	0.084	-5.864E-04
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(6.62)	0.309	= 0.001	+ 0.306	+ 0.001	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor		
Axial	-3.816	2937.500	2937.500	2937.500	2937.500		
MOMENT DESIGN							
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity			
Major Moment	-62.136	317.000	317.000	317.000			
Minor Moment	0.416	152.350	152.350				
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor	
Major Moment	1.000	1.000	0.804	1.000		1.302	
Minor Moment	1.000	1.000	0.400		0.240		
SHEAR DESIGN							
	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion		
Major Shear	23.866	866.025	0.028	OK	0.000		
Minor Shear	0.207	769.752	0.000	OK	0.000		
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS							
	UMajor Left	UMajor Right					
Major (U2)	27.851	16.470					

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 29 CL	FV 02 0C 002	A	73 di 79

8.4.-.Verifica trave IPE240

Frame : 131	Design Sect: IPE240		
X Mid : 32.500	Design Type: Beam		
Y Mid : -1.700	Frame Type : Secondary Member		
Z Mid : 4.900	Sect Class : Class 1		
Length : 5.000	Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3		
Loc : 2.500	RLLF : 1.000		
Area : 0.004	SMajor : 3.243E-04	rMajor : 0.100	AUMajor: 0.001
IMajor : 3.892E-05	SMinor : 4.733E-05	rMinor : 0.027	AUMinor: 0.002
IMinor : 2.840E-06	ZMajor : 3.670E-04	E : 210000000.00	
Ixy : 0.000	ZMinor : 7.390E-05	Fy : 275000.000	

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	U2	U3	T
2.500	6.548	15.558	0.000	0.000	0.000	0.000

PHM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(6.2.1)	0.420	= 0.007	+ 0.413	+ 0.000	0.950	OK

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor
Axial	6.548	181.830	977.500	878.193	181.830

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major Moment	15.558	91.750	91.750	37.652
Minor Moment	0.000	18.475	18.475	

	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor
Major Moment	1.000	1.000	1.003	0.995		1.000
Minor Moment	1.000	1.000	1.050		0.630	

SHEAR DESIGN

	Ued Force	Uc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major Shear	0.000	214.774	0.000	OK	0.000
Minor Shear	0.000	282.902	0.000	OK	0.000

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	UMajor Left	UMajor Right
Major (U2)	12.447	12.447

8.5.-.Verifica trave HEA240

Frame	: 37	Design Sect:	HE240A				
X Mid	: -2.500	Design Type:	Beam				
Y Mid	: -0.850	Frame Type	: Secondary Member				
Z Mid	: 4.900	Sect Class	: Class 3				
Length	: 1.700	Major Axis	: 0.000 degrees counterclockwise from local 3				
Loc	: 1.700	RLLF	: 1.000				
Area	: 0.008	SMajor	: 6.750E-04	rMajor	: 0.101	AUMajor	: 0.002
IMajor	: 7.763E-05	SMinor	: 2.308E-04	rMinor	: 0.060	AUMinor	: 0.005
IMinor	: 2.769E-05	ZMajor	: 7.450E-04	E	: 210000000.00		
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 3.520E-04	Fy	: 275000.000		
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location		P	M33	M22	U2	U3	T
1.700		-0.981	-16.852	4.775	8.912	-3.552	0.323
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO							
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check	
(6.2)	0.183	= 0.000	+ 0.100	+ 0.083	0.950	OK	
AXIAL FORCE DESIGN							
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor		
Axial	-0.981	1920.000	1920.000	1920.000	1920.000		
MOMENT DESIGN							
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity			
Major Moment	-16.852	168.761	168.761	168.761			
Minor Moment	4.775	57.688	57.688				
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor	
Major Moment	1.000	1.912	1.000	1.000		1.659	
Minor Moment	1.000	1.000	0.532		0.532		
SHEAR DESIGN							
	Ued Force	Uc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion		
Major Shear	8.912	248.982	0.036	OK	0.000		
Minor Shear	3.552	692.820	0.005	OK	0.000		
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS							
	UMajor Left	UMajor Right					
Major (U2)	7.579	8.912					

8.6.-. Verifica giunto di base

Si verifica come una sezione rettangolare in c.a. col metodo n, prendendo in considerazione le diverse condizioni di carico:

base $b = 600 \text{ mm}$

altezza $H = 600 \text{ mm}$

spessore $h = 36 \text{ mm}$

distanza ferro da bordo $d = 530 \text{ mm}$

area ferro $M 18 A_s = 1.92 \text{ cm}^2$ (sezione filettata)

coefficiente di omogeneizzazione $n = 15$

	kN	kN	kN	$kN*m$	$kN*m$
	F1	F2	F3	M1	M2
SLV_X6	23	9	47	32	59
SLV_Y3	-7	-19	37	-124	-18
SLV_Y5	-5	-19	45	-127	-15
SLU_T2	-25	-1	71	-24	-63

Titolo : _____

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	60	60
2	60	0
3	0	0
4	0	60

N°	A_s [cm ²]	x [cm]	y [cm]
1	1.92	6	6
2	1.92	6	30
3	1.92	6	54
4	1.92	30	6
5	1.92	30	54
6	1.92	54	6

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}	<input type="text" value="60"/>	<input type="text" value="37"/>	kN
M_{xEd}	<input type="text" value="47"/>	<input type="text" value="124"/>	kNm
M_{yEd}	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="18"/>	

Materiali

Bullone

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/>	%	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/>	%
f_{yd}	<input type="text" value="556.5"/>	N/mm ²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>	
E_s	<input type="text" value="200.000"/>	N/mm ²	f_{cd}	<input type="text" value="14.17"/>	
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>		f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="1"/>	?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="2.783"/>	%	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="14.17"/>	
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="512"/>	N/mm ²	τ_{co}	<input type="text" value="0.6"/>	
			τ_{c1}	<input type="text" value="1.829"/>	

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

σ_c	<input type="text" value="-8.648"/>	N/mm ²
σ_s	<input type="text" value="370.7"/>	N/mm ²
ϵ_s	<input type="text" value="1.853"/>	%
d	<input type="text" value="59.07"/>	cm
x	<input type="text" value="15.31"/>	x/d <input type="text" value="0.2592"/>
		δ <input type="text" value="0.7641"/>

Si verifica la resistenza dei bulloni per azioni di taglio-trazione, e della piastra per rifollamento:

Azione agente sul singolo bullone:

$$F_{v,Sd} = (T_x^2 + T_y^2)^{0.5} / n^{\circ} \text{ bulloni} = (19^2 + 7^2)^{0.5} / 8 = 2.6 \text{ kN}$$

L'azione sul singolo bullone dovuta al carico agente è pari ad:

$$F_{t,Sd} = 371 \text{ N/mm}^2 * 192 \text{ mm}^2 = 72 \text{ kN}$$

Risulta dunque:

Classe bullone	8.8	diametro d	18	f_{yb}	640	f_{ub}	800	N/mm ²
<input checked="" type="radio"/> Sezione filettata <input type="radio"/> Sezione lorda		Area	192.0	mm ²				
Resistenza a taglio (per piano di taglio)		$F_{v,Rd}$	73.73	kN				
Resistenza a trazione		$F_{t,Rd}$	110.6	kN				
Rifollamento								
Acciaio	S275 (Fe430)	f_u	430	N/mm ²				
spessore t	36	mm						
diametro foro d_o	20	mm						
distanze bordo e_1	60	e_2	60					
passo p_1	200	p_2	200					
α	1	Resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$		557.3	kN	<input type="button" value=" Osservazioni"/>		

Taglio e Trazione - EC3 #6.5.5.(5)

$F_{v,Sd}$ 2.6 $F_{t,Sd}$ 72 kN

$$\frac{F_{v,Sd}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Sd}}{1.4 F_{t,Rd}} = 0.035 + 0.465 = 0.500$$

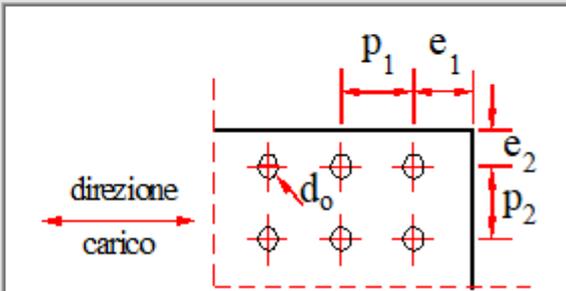
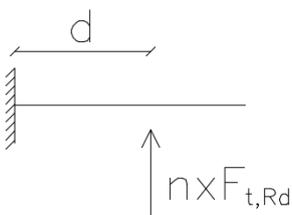


Diagram illustrating the geometry of the bolted plate connection. Dimensions shown include: p_1 (pitch), e_1 (edge distance), e_2 (edge distance), p_2 (pitch), and d_o (hole diameter). The direction of the load is indicated by a red arrow labeled "direzione carico".

Il piatto viene considerato come una mensola incastrata in corrispondenza della colonna, e soggetta all'azione concentrata dei tirafondi.



$$M_{Ed} = F_{t,Sd} * d = 72 \text{ kN} * 0.07 \text{ m} = 5.1 \text{ kN} * \text{m}$$

Si considera una larghezza resistente dell piastra, ottenuta tramite una diffusione a 45°:

$$W = (b \cdot h^3 / 12) \cdot 2 / h = (100 \text{ mm} \cdot 36 \text{ mm}^3 / 12) \cdot 2 / 36 \text{ mm} = 21600 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{Ed} = M_{Ed} / W = 236 \text{ MPa} < \sigma_{Rd} = 275 \text{ MPa} / 1.05 = 260 \text{ MPa} \text{ Verificato}$$

Verifica a punzonamento

La verifica a punzonamento viene svolta in corrispondenza dell'ala compressa.

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$t_f = 22.5 \text{ mm}$$

$$A = 300 \cdot 22.5 = 6750 \text{ mm}^2$$

$$N_{ed} = \sigma \cdot A \cdot \gamma_s = 1800 \cdot 275 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.05 = 1949 \text{ kN}$$

La tensione tangenziale risultante sul perimetro 'u' di controllo è pari ad:

$$\tau_{Ed} = N_{ed} / A_c = 1949 \text{ kN} / 0.0225 \text{ m}^2 = 86 \text{ N/mm}^2$$

$$A_c = u \cdot h = (300 \text{ mm} \cdot 2 + 22.5 \text{ mm} \cdot 2) \cdot 35 \text{ mm} = 0.0225 \text{ m}^2$$

$$\tau_{Rd} = f_{yd} / (3^{0.5}) = 260 \text{ N/mm}^2 / 1.732 = 150 \text{ N/mm}^2 > 86 \text{ N/mm}^2$$

Lunghezza di ancoraggio

La lunghezza di ancoraggio viene valutata secondo

$$l_b = \frac{F_{t,Rd}}{\pi \cdot \phi \cdot f_{bd}}$$

Dove:

$$f_{bd} = 2.25 \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_c$$

$$F_{t,Rd} = 110.6 \text{ kN}$$

$$l_b = 110.6 / (3.14 \cdot 18 \cdot 1.89) = 1035 \text{ mm}$$

8.1.-.Verifica controventi

L'azione massima sui controventi è pari ad 7.0 kN

La sezione del controvento risulta pari ad $1.6\text{cm}^2 \cdot 3.14/4 = 2.01\text{ cm}^2$

$\sigma_{Ed} = N_{Ed}/A = 35\text{ MPa} < \sigma_{Rd} = 275\text{ MPa}/1.05 = 260\text{ MPa}$ Verificato

8.2.-.Verifica SLE sbalzo

La freccia ammissibile è pari ad:

$L/300 = 2 \cdot 250\text{cm}/300 = 1.6\text{ cm}$ per carico variabile

$L/250 = 2 \cdot 250\text{cm}/250 = 2.0\text{ cm}$ per comb. Rara

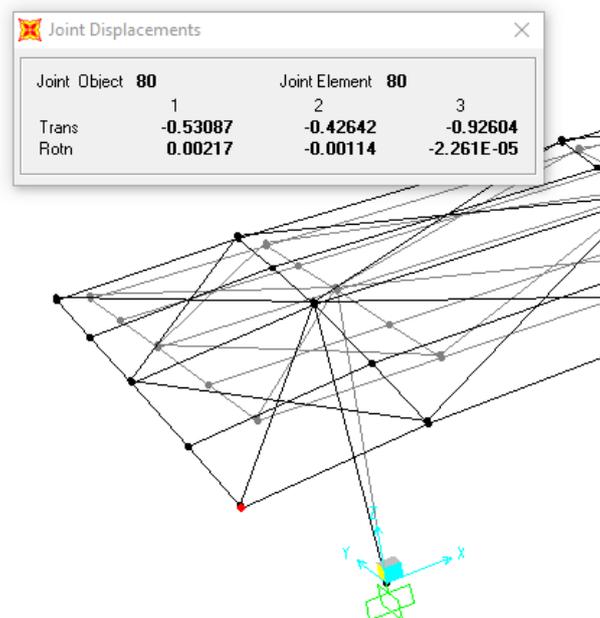
L'abbassamento vale:

$V_z = 0.18\text{cm}$ per carico variabile

$V_z = 0.93\text{cm}$ per comb. Rara

La verifica risulta soddisfata

Abbasamento SLE rara:



Abbasamento SLE variabile:

Joint Object	Joint Element 80		
	1	2	3
Trans	6.880E-05	-0.07915	-0.17858
Rotn	4.590E-04	-1.035E-04	0.00000

