



Via Verizzo n.1030 - Pieve di Soligo (TV)

Diga di Leda (n. arch. SND 652)

Preliminari interventi di miglioramento della sicurezza
idraulica dello sbarramento

PROGETTO ESECUTIVO

(Rif. Nota DG Div. 5 - n. 0021766 del 06.09.2019)

(Rif. Nota UTD Venezia - n. 0021823 del 16.10.2020)

Tecnico: Dott. Ing. Antonio Tenani

| Edizione | Revisione | Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|----------|-----------|------------|-------------------|---------|------------|-----------|
| 01 | 2 | 24.11.2022 | Seconda revisione | A.T. | A.T. | A.T. |
| 01 | 1 | 21.10.2022 | Prima revisione | A.T. | A.T. | A.T. |
| 01 | 0 | 19.09.2022 | Prima Emissione | A.T. | A.T. | A.T. |

dott. ing. Antonio Tenani

Via Col di Salce 5/a - 32100 Belluno

tel. 0437942030

e-mail: tenaniantonio@alice.it

pec: antonio.tenani@ingpec.eu

P. IVA 00827970252 / C.F. TNNNTN63P28D530T

TITOLO DOCUMENTO:

PASSERELLA PEDONALE DI ACCESSO ALLA DIGA
RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO STRUTTURALE

PRATICA:

ELABORATO:

G

ANNO:

2022

SCALA: --- UM: ---- FILE: ---

INDICE

| | |
|---|------------|
| 1. Premessa..... | 1 |
| 1.1 Dichiarazioni di cui § 10.2 DM 17/01/2018..... | 3 |
| 1.2 Note sui programmi di calcolo automatico utilizzati..... | 6 |
| 2. Normativa di riferimento..... | 9 |
| 3. Simbologia e materiali..... | 9 |
| 3.1 Simbologia adottata..... | 9 |
| 3.2 Materiali da costruzione..... | 10 |
| 4. Analisi dei carichi..... | 12 |
| 4.1 Condizioni elementari di carico..... | 12 |
| 4.2 Combinazioni di carico..... | 17 |
| 5. Analisi e verifica della struttura..... | 19 |
| 5.1 Travi principali..... | 20 |
| 5.2 Verifica di resistenza..... | 80 |
| 5.3 Ancoraggio della struttura alla fondazione..... | 137 |
| 5.4 Struttura di appoggio della passerella..... | 142 |
| 6. Consolidamento versante roccioso in prossimità degli appoggi..... | 142 |

1. Premessa.

La presente relazione di calcolo strutturale ha per oggetto il dimensionamento statico di una passerella metallica da realizzare in sostituzione di una esistente in struttura portante in c.a. posta lungo il percorso di accesso pedonale alla diga di Leda, sito in destra idrografica del torrente Astico a valle del manufatto. Il percorso che conduce alla diga si trova in posizione parietale sul versante roccioso in destra idrografica, prevalentemente con struttura a sbalzo dalla parete rocciosa; in corrispondenza di una faglia rientrante il superamento del vuoto avviene mediante una passerella della luce di c. 6.00 m, costituita da due travi portanti longitudinali e da una soletta superiore in c.a.. L'appoggio delle travi sulla roccia è realizzato con un cordolo trasversale in c.a. direttamente appoggiato sul bordo della parete rocciosa, che manifesta vistosi segni di fratturazione tali da compromettere la stabilità della passerella stessa; le immagini riportate di seguito illustrano l'attuale situazione.



Vista del percorso di accesso alla diga



Appoggio della passerella



Fratturazione in corrispondenza dell'appoggio

E' stato pertanto deciso di rimuovere il manufatto esistente e sostituirlo con uno nuovo in struttura di acciaio con appoggi sulla roccia in posizione più arretrata (meno parietale), e prevedendo un consolidamento della parte rocciosa sottostante con chiodature e calcestruzzo spruzzato fibrorinforzato.

La nuova struttura, che manterrà la stessa funzione e destinazione di quella esistente, sarà costituita da due travi longitudinali in profilo HEB200 e traversi IPE120 con grigliato superiore di camminamento.

Le travi longitudinali saranno ancorate su due cordoli trasversali in c.a. gettati sul fondo roccioso.

Lo schema strutturale è di trave in semplice appoggio ad una campata, l'impalcato sarà controventato nel piano da diagonali $\phi 18$ per stabilizzarlo nei confronti delle azioni orizzontali trasversali (vento e sisma).

Il manufatto viene considerato, ai sensi del p.to 5.1.3.3.4 di NTC2018 quale ponte pedonale e pertanto soggetto al transito dello Schema di carico 5; non si considera il carico di cui al p.to C5.1.8 in quanto la passerella non è raggiungibile e percorribile da un veicolo con le caratteristiche di cui al citato punto.

1.1 Dichiarazioni di cui § 10.2 DM 17/01/2018

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il seguente paragrafo riporta il giudizio di accettabilità relativa all'utilizzo dei codici di calcolo automatico utilizzati per il progetto in esame.

In particolare, in osservanza al § 10.2 del D.M. 17/01/2018, si dichiara quanto di seguito:

Tipo di analisi svolta

Come riportato in relazione, lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale secondo quanto riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le costruzioni".

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto riportato nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le costruzioni".

I coefficienti di sicurezza adottati sui materiali risultano concordi con il D.M. 17/01/2018.

Affidabilità dei Codici di Calcolo

Tutti i codici di calcolo impiegati nel presente progetto sono stati utilizzati dopo un attento esame della documentazione a corredo del software, che ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene inoltre una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

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

Validazione dei Codici di Calcolo

Ad ulteriore verifica di validazione dei programmi utilizzati, gli svariati anni di utilizzo hanno permesso di verificare internamente la bontà dei vari codici di calcolo, confrontando fra loro i risultati ricavati in base a soluzioni teoriche, calcolo manuale diretto, utilizzo di diversi software, arrivando ad un giudizio positivo di affidabilità ed accuratezza.

Modalità di presentazione dei risultati

Le verifiche riportate nella presente relazione costituiscono un estratto dei calcoli principali condotti sulle strutture principali presenti nell'opera in oggetto. In particolare, solo per alcune tipologie strutturali si riporta una verifica completa, intendendo che le altre sono state condotte analogamente. Tutte le verifiche sono presenti nelle minute di studio, a disposizione per eventuali chiarimenti.

All'interno della relazione vengono per lo più omessi i tabulati prodotti con i programmi di calcolo automatico, riportando eventualmente solo alcune tabelle e schemi grafici riepilogativi. Per alcuni elementi, per completezza, essi sono riportati in allegato alla relazione di calcolo; in ogni caso essi risultano disponibili presso lo Studio per eventuale consultazione.

Informazioni generali sull'elaborazione

I programmi di calcolo utilizzati prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di eventuali errori di modellazione, del non rispetto delle limitazioni geometriche e di armatura nel caso di strutture in c.a., della presenza di elementi non verificati, dell'inosservanza di alcuni requisiti previsti dal DM18. Al termine di ciascuna analisi viene

effettuato un controllo generale che identifica la correttezza degli spostamenti ottenuti, il rispetto dell'equilibrio fra azioni imposte e reazioni vincolari, ecc.

Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabulare, la quasi totalità dei dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale con le schematizzazioni assunte nella modellazione.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

I risultati delle elaborazioni sono stati infine sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità e la correttezza. Tale valutazione ha compreso, fra l'altro:

- Verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati
- Comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, confronto con i risultati di modelli teorici, ecc. Il confronto con i risultati di semplici calcoli manuali diretti (es. trave in semplice appoggio, trave continua, mensola a sbalzo, ecc.)
- Il confronto dei risultati ottenuti in fase di primo proporzionamento della struttura
- Il confronto fra calcolazioni effettuate con programmi differenti

Inoltre, sulla base delle procedure interne dello Studio, i risultati sono stati controllati da un soggetto diverso che non ha preso direttamente parte alla progettazione, validandone così la correttezza.

In base a quanto detto, si può quindi asserire che la progettazione condotta è risultata corretta ed idonea al caso specifico, ritenendo validi ed accettabili i risultati di calcolo ottenuti.

1.2 Note sui programmi di calcolo automatico utilizzati.

MIDAS/GEN

Per il calcolo delle sollecitazioni e delle tensioni nelle strutture e nei componenti strutturali è stato utilizzato il programma agli elementi finiti MIDAS/GEN 2023 (v. 1.1) licenza n. U001-03436 e n. U001- 20768 della MIDAS Information Technology Co. Ltd., distribuito dalla HARPACEAS S.r.l. di Milano.

La struttura del programma di calcolo può essere sintetizzata come descritto di seguito.

La definizione del modello da analizzare include nodi, elementi e condizioni di vincolo. Gli elementi finiti impiegati nei dati di input sono costituiti dalle membrature della struttura; le condizioni di vincolo rappresentano il tipo di connessione fra la struttura in esame e le strutture limitrofe. Un'analisi strutturale si riferisce a simulazioni matematiche di un modello numerico di una struttura. Gli elementi finiti da impiegare nella modellazione devono essere scelti in modo da simulare nel modo migliore possibile la struttura reale.

Sistema di coordinate

MIDAS/GEN fornisce tre sistemi di riferimento:

- sistema di riferimento globale (GCS)
- sistema di riferimento locale dell'elemento (ECS)
- sistema di riferimento modale (NCS)

Elementi finiti.

La libreria di elementi disponibili è così costituita:

- TRUSS: elemento a due nodi reagente a trazione e compressione
- TENSION-ONLY: elemento a due nodi reagente solo a trazione
- CABLE: elemento a due nodi reagente solo a trazione con rigidezza variabile in funzione della trazione interna.
- COMPRESSION-ONLY: elemento a due nodi reagente solo a compressione
- BEAM: elemento a due nodi che tiene conto degli effetti di trazione/compressione sulla rigidezza e della deformabilità tagliante, flessionale e torcente.
- TAPERED BEAM: elemento a due nodi delle stesse caratteristiche del precedente con variazione lineare di area della sezione trasversale, dell'area di taglio e della rigidezza torsionale. Sono considerate variazioni lineari, paraboliche o cubiche dei momenti di inerzia attorno agli assi principali.

- PLANE STRESS: elemento a tre o quattro nodi che simula il comportamento flessionale perpendicolare al piano delle piastre. La formulazione della rigidezza fuori piano impiegata da MIDAS/GEN è di due tipi: DKT/DKQ (Discrete Kirchhoff element) e DKMT/DKMQ (Discrete Kirchhoff – Mindlin element).
- PLANE STRAIN: elemento 2D impiegato nella modellazione di strutture a simmetria radiale in relazione a geometria, proprietà meccaniche e condizioni di carico.
- SOLID: elemento a quattro, sei o otto nodi utilizzato per elementi strutturali tridimensionali o gusci spessi.
- WALL: elemento a quattro nodi che simula il comportamento delle pareti a taglio. Possono essere del tipo a membrana (type 1) o del tipo a piastra (type 2).

Condizioni di vincolo

Le condizioni di vincolo sono di due tipi:

possono essere riferite ai nodi oppure agli elementi

- CONSTRAINT: bloccaggio rigido di specifici gradi di libertà dei nodi.
- SPRING SUPPORT: bloccaggio elastico di specifici gradi di libertà dei nodi.
- ELASTIC LINK: elemento elastico che collega due nodi della struttura.
- GENERAL LINK: elemento a due nodi impiegato per modellare smorzatori visco-elastici, isolatori, cerniere plastiche, smorzatori isteretici.
- END RELEASE: rilascio del collegamento di continuità, riferito ad uno specifico grado di libertà, di un elemento in un dato nodo.
- RIGID END OFFSET: è riferito agli elementi beam nelle strutture a telaio, tiene conto della rigidezza delle zone di sovrapposizione dell'estensione delle sezioni trasversali nei nodi di collegamento degli elementi.
- RIGID LINK: collegamento rigido dei nodi di una struttura, o di una sua porzione ad un nodo (master).

Analisi eseguibili

Le analisi numeriche eseguibili con MIDAS/GEN sono le seguenti:

- Analisi statica lineare
- Analisi modale (ricerca delle frequenze proprie di una struttura e dei modi di vibrare)

- Analisi di risposta spettrale mediante sovrapposizione modale
- Time history analysis
- Analisi dinamica con condizioni di vincolo non lineari
- Push – Over
- Analisi con effetto $P - \delta$
- Analisi di stabilità
- Analisi con carichi mobili
- Analisi evolutiva dello schema statico (problemi nascita-morte) con variabilità temporale delle caratteristiche meccaniche dei materiali (viscosità, ritiro, variazione del modulo elastico)
- Analisi per grandi spostamenti (strutture a cavo)
- Analisi di strutture pre-compresse e post-tese.



2. Normativa di riferimento.

I calcoli statici sono stati condotti in ottemperanza alla normativa vigente; in particolare:

- L. 05.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- L. 02.02.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" (NTC2018);
- Circolare 21/01/2019 N. 7 C.S.LL.PP. – "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018";
- D.G.R. n. 244 del 09/03/2021 – "Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto";
- D.G.R. n. 378 del 30/03/2021 – "Disposizioni regionali per le autorizzazioni in zona sismica e per gli abitati da consolidare";
- D.M. 26/06/2014 – "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse);
- Circ. DGD prot. 16790 – "Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica di cui al D.M. 26/06/2014 (NTD14) e al D.M. 17/01/2018 (NTC18)".

3. Simbologia e materiali.

Di seguito si riporta un breve elenco della simbologia principale adottata nella relazione e l'elenco dei materiali impiegati nell'opera e le relative caratteristiche meccaniche.

3.1 Simbologia adottata.

- Sollecitazioni di calcolo per le travi:

Il sistema di riferimento principale x,y,z di una trave è generalmente orientato:

- asse x coincidente con l'asse della trave
- assi y e z coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione trasversale
- sistema di riferimento centrato nel baricentro della sezione.

N_{Ed} = sforzo normale

M_{Ed} = momento flettente

V_{Ed} = taglio

T_{Ed} = momento torcente

- Sollecitazioni di calcolo per membrane e piastre:

$n_{x,yEd}$ = sforzo normale unitario in direzione x,y

$m_{x,yEd}$ = momento flettente unitario con piano di flessione in direzione x,y

m_{xyEd} = momento torcente unitario

t_{xEd}, t_{yEd} = taglio unitario agente su superficie di normale x, y

- Tensioni di calcolo:

$\sigma_{x,yEd}$ = tensione normale derivante da $n_{x,y}$ e/o $m_{x,y}$

τ_{xyEd} = tensione tangenziale derivante da m_{xy}

$\tau_{zx,yEd}$ = tensione tangenziale derivante da t_{xy}

- Caratteristiche geometriche delle sezioni di c.a.

b = larghezza della sezione rettangolare

h = altezza della sezione rettangolare

d = altezza utile della sezione

A_s = area dell'armatura tesa

A'_s = area dell'armatura compressa

3.2 Materiali da costruzione

- Calcestruzzo per cordoli di fondazione con C 25/30

Peso specifico: $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Resistenza cilindrica media: $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \text{ MPa}$

Resistenza media a trazione: $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.6 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica a trazione: $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.82 \text{ MPa}$

Resistenza media a trazione per flessione: $f_{ctfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = 3.1 \text{ MPa}$

Modulo elastico istantaneo: $E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31476 \text{ MPa}$

Coefficiente di Poisson: $\nu = 1/6$

Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

- Acciaio per armatura cls tipo B450C con :

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$

$$(f_t/f_y)_k \geq 1.15$$

- Acciaio da carpenteria tipo S235J0:

| | |
|---|---|
| Peso specifico: | $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$ |
| Modulo di elasticità normale: | $E = 206000 \text{ MPa}$ |
| Modulo di elasticità tangenziale: | $G = 80000 \text{ MPa}$ |
| Coefficiente di Poisson: | $\nu = 0.3$ |
| Coefficiente di dilatazione termica: | $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ |
| Tensione caratteristica di snervamento: | $f_{yk} \geq 235 \text{ MPa per } t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{yk} \geq 215 \text{ MPa per } t > 40 \text{ mm}$ |
| Tensione caratteristica di rottura: | $f_{tk} \geq 360 \text{ MPa per } t \leq 40 \text{ mm}$ $f_{tk} \geq 360 \text{ MPa per } t > 40 \text{ mm}$ |

- Bulloni

| Classe | Normali | | | Ad alta resistenza | |
|----------------|---------|-----|-----|--------------------|------|
| | 4.6 | 5.6 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
| Vite | 4.6 | 5.6 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
| Dado | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
| f_{yb} [MPa] | 240 | 300 | 480 | 640 | 900 |
| f_{tb} [MPa] | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |

- Giunzioni ad attrito

| | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|
| Viti | 8.8 | 10.9 |
| Dadi | 8 | 10 |
| Rosette | Acciaio C50 HRC 32÷40 | Acciaio C50 HRC 32÷40 |
| Piastrine | Acciaio C50 HRC 32÷40 | Acciaio C50 HRC 32÷40 |

4. Analisi dei carichi.

4.1 Condizioni elementari di carico.

- Peso strutturale (per unità di superficie di impalcato, larghezza 1.50 m)

- Travi longitudinali (2HEB200): $2 \cdot 0.613 / 1.50 = 0.817 \text{ kN/m}^2$
 - Traversi (IPE200/1.125): $0.224 \cdot 1.10 / (1.125 \cdot 1.50) = 0.146 \text{ kN/m}^2$
 - Diagonali ($\phi 18$): $0.02 \cdot 1.419 \cdot 2 / (1.125 \cdot 1.50) = \underline{0.034 \text{ kN/m}^2}$
 $\sim 1.00 \text{ kN/m}^2$
 - Piastre, nervature, saldature, bulloni: $0.20 \cdot 1.00 = \underline{0.20 \text{ kN/m}^2}$
- $g_1 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

- Parapetto (per unità di superficie di impalcato, larghezza 1.50 m)

- Correnti ($\phi 48.3 \times 2.6$): $4 \cdot 0.0295 / 1.50 = 0.079 \text{ kN/m}^2$
 - Piedritti ($\phi 48.3 \times 5 / 1.125$): $2 \cdot 0.036 \cdot 1.10 / (1.125 \cdot 1.50) = \underline{0.047 \text{ kN/m}^2}$
- Totale parapetti 0.13 kN/m^2
Arr.to 0.20 kN/m^2

- Grigliato:

$\underline{0.80 \text{ kN/m}^2}$
Totale permanenti portati $g_2 = 1.00 \text{ kN/m}^2$

- Sovraccarico accidentale:

$q_k = 5.0 \text{ kN/m}^2$
(Schema di carico 5, folla)

- Azione del vento

- Località situata in Zona 1
- Quota del sito: $a_s = 230 \text{ m s.m.m.} < a_0 = 1000 \text{ m}$
- Velocità base di riferimento: $v_b = v_{b0} = 25 \text{ m/sec}$
- Coefficiente di ritorno: $c_r = 1.0$, per $T_r = 50$ anni
- Velocità di riferimento: $v_r = c_r \cdot v_b = 25 \text{ m/sec}$
- Pressione cinetica di riferimento: $q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 = 0.391 \text{ kN/m}^2$
- Classe di rugosità del terreno: D
- Categoria di esposizione del sito: III
- Coefficiente di esposizione:
 $k_r = 0.19$, $z_0 = 0.05 \text{ m}$, $z_{\min} = 4 \text{ m}$, $c_t = 1.0$

$$z \cong 18 \text{ m} > z_{\min}, \text{ per cui } c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \log(z/z_0) \cdot (7 + c_t \cdot \log(z/z_0)) = 2.738$$

- Coefficiente aerodinamico (C.3.3.8.6)

$\varphi = S_p/S = 1$, rapporto fra superficie piena della trave e superficie totale

$$c_p = 2.4 - \varphi = 1.4$$

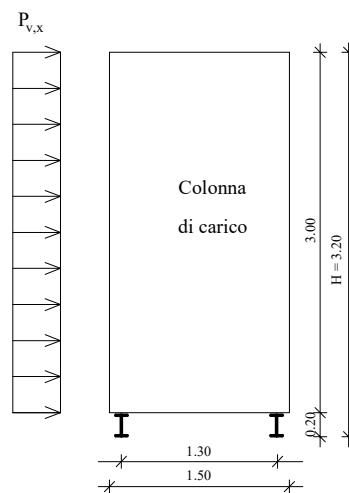
- Forza del vento ad opera carica

Azione trasversale: $p_{v,x} = c_e \cdot c_p \cdot q_r \cdot H = 4.80 \text{ kN/m}$, azione uniforme trasversale

$H_V = 4.80 \cdot 9.30 = 44.64 \text{ kN}$, risultante orizzontale trasversale

$m_{t,v} = 4.80 \cdot (3.20/2 - 0.10) = 7.2 \text{ kNm/m}$, momento trasversale distribuito

$q_v = \pm 7.2/1.30 = \pm 5.50 \text{ kN/m}$, azione verticale sulle travi longitudinali per ripartizione del momento trasversale



- Azione sismica

Parametri sismici



Sito in esame.

latitudine: 45,774506
longitudine: 11,419414
Classe: 4
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

| | | | | |
|--------|-----------|--------------|--------------|--------------------|
| Sito 1 | ID: 11182 | Lat: 45,7671 | Lon: 11,4146 | Distanza: 905,166 |
| Sito 2 | ID: 11183 | Lat: 45,7683 | Lon: 11,4861 | Distanza: 5216,527 |
| Sito 3 | ID: 10961 | Lat: 45,8183 | Lon: 11,4844 | Distanza: 7005,548 |
| Sito 4 | ID: 10960 | Lat: 45,8171 | Lon: 11,4128 | Distanza: 4762,807 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 100anni
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 60 [anni]
ag: 0,062 g
Fo: 2,489
Tc*: 0,255 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 101 [anni]
ag: 0,079 g
Fo: 2,435
Tc*: 0,271 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 949 [anni]
ag: 0,199 g
Fo: 2,441
Tc*: 0,290 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1950 [anni]
ag: 0,255 g
Fo: 2,404
Tc*: 0,297 [s]

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2008

SLO:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,603
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,779
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,058
Kv: 0,029
Amax: 1,954
Beta: 0,290

SLC:

Ss: 1,000
Cc: 1,000
St: 1,000
Kh: 0,079
Kv: 0,040
Amax: 2,503
Beta: 0,310

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Coordinate WGS84
latitudine: 45.773600
longitudine: 11.418400

Azione sismica

La struttura è vincolata a terra (struttura che si muove con il terreno, $q_0 = 1.0$) per cui non c'è amplificazione inerziale.

Massa strutturale dell'impalcato: $W = (1.2+1.0) \cdot 1.50 \cdot 9.30 = 30.70$ kN (peso proprio e sovraccarico permanente)

SLV

$$S \cdot a_g = 0.199 \cdot g$$

$$F_0 = 2.441, \quad F_v = 1.47, \quad F_v/F_0 = 0.6$$

$$\text{Azione orizzontale: } H_{SLV} = 0.199 \cdot 30.70 = 6.11 \text{ kN} < H_v = 46.08 \text{ kN}$$

$$\text{Azione verticale: } V_{SLV} = \pm 0.6 \cdot 6.11 = \pm 3.66 \text{ kN}$$

SLD

$$S \cdot a_g = 0.079 \cdot g$$

$$F_0 = 2.435, \quad F_v = 0.924, \quad F_v/F_0 = 0.379$$

$$\text{Azione orizzontale: } H_{SLD} = 0.079 \cdot 30.70 = 2.43 \text{ kN}$$

$$\text{Azione verticale: } V_{SLV} = \pm 0.379 \cdot 2.43 = \pm 0.92 \text{ kN}$$

4.2 Combinazioni di carico

Per le combinazioni delle azioni elementari si fa riferimento anche a quanto precisato al par. VI.3 della Circ. DGD (prot. 16790 del 03/07/2019) in cui, richiamando NTC2018, si richiede la verifica sismica allo SLU (SLV) ed SLE (SLD).

Le azioni elementari di carico (di cui all'analisi del precedente paragrafo) applicate alla struttura sono:

- Peso proprio strutturale (G_1)
- Sovraccarico permanente (G_2)
- Sovraccarico accidentale (Q_k)
- Azione del vento ad opera carica (W)
- Azione sismica (E)

Le azioni elementari vengono combinate secondo le indicazioni della norma (NTC 2018)

- Combinazione fondamentale $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione caratteristica (rara) $G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione frequente $G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + \dots$
- Combinazione 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 $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$
- Combinazione eccezionale $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{Kj}, \text{ in cui } \psi_{2j} = 0.$$

Le combinazioni di carico analizzate sono quelle relative ai ponti (par 5.1.3.14 di NTC2018) i cui coefficienti parziali e di combinazione sono quelli delle tabelle di seguito riportate.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

| | | Coefficiente | EQU ⁽¹⁾ | A1 | A2 |
|--|-------------|---|---------------------|---------------------|------|
| Azioni permanenti g_1 e g_3 | favorevoli | $\gamma_{G1} \cdot \gamma_{G3}$ | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,10 | 1,35 | 1,00 |
| Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2 | favorevoli | γ_{G2} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Azioni variabili da traffico | favorevoli | γ_Q | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| Azioni variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,50 | 1,50 | 1,30 |
| Distorsioni e presollecitazioni di progetto | favorevoli | γ_{e1} | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| | sfavorevoli | | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 ⁽³⁾ | 1,00 |
| Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari | favorevoli | $\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | sfavorevoli | | 1,20 | 1,20 | 1,00 |

⁽¹⁾Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio 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 validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

| Azioni | Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV) | Coefficiente Ψ_0 di combinazione | Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti) | Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---|
| Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV) | Schema 1 (carichi tandem) | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 (carichi concentrati) | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 (folla) | -- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Vento | a ponte scarico SLU e SLE | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,0 | 0,0 |
| Neve | a ponte carico SLU e SLE | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Temperatura | SLU e SLE | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | in esecuzione | 0,8 | 0,6 | 0,5 |
| Temperatura | SLU e SLE | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

Per la tipologia di struttura in oggetto (ponte pedonale) ci si riferisce allo specifico gruppo di azioni 3 (v. Tab. 5.1.IV di NTC2018).

In riferimento a tale gruppo di azioni si analizzano le seguenti combinazioni:

- Combinazione fondamentale (con azione variabile di base il sovraccarico folla e azione variabile di accompagnamento il vento):

$$\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_Q \times Q_{folla} + \Psi_0 \times \gamma_Q \times Q_{vento}$$

Q_{vento} = vento ad opera carica, cioè con colonna di carico di altezza 3.00 m sopra il piano di camminamento, come determinata nell'analisi dei carichi.

- Combinazione sismica:

Stati limite SLV e SLD

$G_1 + G_2$ (per il sovraccarico mobile e il vento coefficiente di combinazione $\Psi_2 = 0$)

Si osserva che l'azione sismica orizzontale, come già detto, è inferiore all'azione del vento, il quale peraltro agisce in combinazione con il sovraccarico verticale, e pertanto non è dimensionante per la struttura della passerella. Ad ogni buon conto, per completezza, nel seguito si riportano le analisi e le verifiche strutturali anche per tali azioni.

Si analizzano le seguenti combinazioni di carico sismiche, sia per SLV che per SLD

- $G_1 + G_2 + E_{d,y} + 0.3 \cdot E_{d,z}$
- $G_1 + G_2 + E_{d,y} - 0.3 \cdot E_{d,z}$
- $G_1 + G_2 + 0.3 \cdot E_{d,y} + E_{d,z}$
- $G_1 + G_2 + 0.3 \cdot E_{d,y} - E_{d,z}$

in cui $E_{d,y}$ è l'azione sismica orizzontale trasversale e $E_{d,z}$ è l'azione sismica verticale

5. Analisi e verifica della struttura.

L'analisi delle sollecitazioni nella struttura della passerella soggetta alle combinazioni descritte è condotta su un modello di calcolo FEM, in cui travi e traversi sono schematizzati con elementi tipo "beam-3D" e i diagonali di piano con elementi tipo "truss-3D".

Nel seguito si riportano le viste del modello di calcolo, l'unifilare con numerazione di aste e nodi, e i grafici dei parametri di sollecitazione per le diverse combinazioni di carico analizzate.

A seguire sono riportati i dettagli delle verifiche di resistenza delle sezioni dei profili impiegati nel manufatto.

5.1 Travi principali

Si riportano i risultati dell'analisi delle sollecitazioni sul modello FEM.

< Control Data >

*** CONTROL DATA

Panel Zone Effect : Do not Calculate

Unit System : KN, M

Definition of Frame

- X Direction of Frame : Braced I Non-sway

- Y Direction of Frame : Braced I Non-sway

- Design Type : 3-D

Design Code

- Steel : Eurocode3:05

- Concrete : Eurocode2:04

- SRC : SSRC79

< Static Loadcase >

*** LOAD CASE DATA

| NO | NAME | TYPE | SELF WEIGHT FACTOR | | | DESCRIPTION |
|----|---------|------|--------------------|-------|--------|---|
| | | | X | Y | Z | |
| 1 | G1 | D | 0.000 | 0.000 | -1.000 | Permanente della struttura |
| 2 | G2 | D | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Permanente non della struttura |
| 5 | Q_Vento | W | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Sovraccarico - Vento |
| 6 | Q_Folla | L | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Sovraccarico - Folla |
| 3 | EY | E | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Carico azione sismica in direzione Y |
| 4 | EZ | E | 0.000 | 0.000 | 0.000 | Carico azione sismica in direzione Z |

< Node >

*** NODE DATA

| NO | X | Y | Z | TEMPERATURE |
|----|---|---|---|-------------|
|----|---|---|---|-------------|

| | | | | |
|----|-------|-----|---|---|
| 1 | -0.15 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1.125 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 2.25 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 3.375 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 4.5 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 5.625 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 6.75 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 7.875 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 9.15 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | -0.15 | 1.3 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 1.3 | 0 | 0 |
| 14 | 1.125 | 1.3 | 0 | 0 |
| 15 | 2.25 | 1.3 | 0 | 0 |
| 16 | 3.375 | 1.3 | 0 | 0 |
| 17 | 4.5 | 1.3 | 0 | 0 |
| 18 | 5.625 | 1.3 | 0 | 0 |
| 19 | 6.75 | 1.3 | 0 | 0 |
| 20 | 7.875 | 1.3 | 0 | 0 |
| 21 | 9 | 1.3 | 0 | 0 |
| 22 | 9.15 | 1.3 | 0 | 0 |

< Boundary >

** SUPPORT / SPECIFIED DISPLACEMENT

| NODE | SUPPORT | SPECIFIED DISPLACEMENT | | | | | |
|------|---------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | DDDRR | Dx | Dy | Dz | Rx | Ry |
| 2 | 111001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10 | 011001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 13 | 101001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 001001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

< Beam >

*** BEAM MEMBER DATA

| | NO NODAL CONNECTIVITY | | BEAM END RELEASE | | MATERIAL | SECTION | LENGTH |
|----|-----------------------|----|------------------|--------|----------|---------|--------|
| | I | J | I | J | | | |
| 1 | 1 | 2 | - | - | S235 | HEB200 | 0.15 |
| 2 | 2 | 3 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 3 | 3 | 4 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 4 | 4 | 5 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 5 | 5 | 6 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 6 | 6 | 7 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 7 | 7 | 8 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 8 | 8 | 9 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 9 | 9 | 10 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 10 | 10 | 11 | - | - | S235 | HEB200 | 0.15 |
| 11 | 2 | 13 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 12 | 2 | 14 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 13 | 13 | 3 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 14 | 3 | 14 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 15 | 3 | 15 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 16 | 14 | 4 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 17 | 4 | 15 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 18 | 15 | 5 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 19 | 4 | 16 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 20 | 5 | 16 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 21 | 5 | 17 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 22 | 16 | 6 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 23 | 6 | 17 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 24 | 17 | 7 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 25 | 6 | 18 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 26 | 7 | 18 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 27 | 18 | 8 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 28 | 7 | 19 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 29 | 8 | 19 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 30 | 19 | 9 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 31 | 8 | 20 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 32 | 9 | 20 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |
| 33 | 9 | 21 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 34 | 20 | 10 | 000011 | 000011 | S235 | D18 | 1.719 |
| 35 | 10 | 21 | 000011 | 000011 | S235 | IPE120 | 1.3 |

| | | | | | | | |
|----|----|----|---|---|------|--------|-------|
| 36 | 12 | 13 | - | - | S235 | HEB200 | 0.15 |
| 37 | 13 | 14 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 38 | 14 | 15 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 39 | 15 | 16 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 40 | 16 | 17 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 41 | 17 | 18 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 42 | 18 | 19 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 43 | 19 | 20 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 44 | 20 | 21 | - | - | S235 | HEB200 | 1.125 |
| 45 | 21 | 22 | - | - | S235 | HEB200 | 0.15 |

< Load Combination >

** STEEL DESIGN

| NO | NAME | TYPE | ACTIVE | DESCRIPTION |
|----|----------|----------|---------|-------------|
| 1 | SLU001 | Add | ACTIVE | |
| 2 | SLE001 | Add | SERVICE | |
| 3 | SLV001 | Add | ACTIVE | |
| 4 | SLV002 | Add | ACTIVE | |
| 5 | SLV003 | Add | ACTIVE | |
| 6 | SLV004 | Add | ACTIVE | |
| 7 | ENV_SLVY | Envelope | SPECIAL | |
| 8 | ENV_SLVZ | Envelope | SPECIAL | |

Tabella 1 Reazioni vincoli

| Node | Load | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | MX (kN*m) | MY (kN*m) | MZ (kN*m) |
|------|----------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2 | SLU001 | -2.443492 | -20.388087 | 10.085608 | 0.000000 | 0.000000 | -9.356944 |
| 10 | SLU001 | 0.000000 | -19.787912 | 10.137590 | 0.000000 | 0.000000 | 9.332797 |
| 13 | SLU001 | 2.443492 | 0.000000 | 56.172589 | 0.000000 | 0.000000 | 4.905440 |
| 21 | SLU001 | 0.000000 | 0.000000 | 56.120607 | 0.000000 | 0.000000 | -4.405541 |
| 2 | ENV_SLVY (max) | -0.201205 | -3.093710 | 6.991933 | 0.000000 | 0.000000 | -2.285875 |
| 10 | ENV_SLVY (max) | 0.000000 | -3.044290 | 6.996213 | 0.000000 | 0.000000 | 2.284727 |
| 13 | ENV_SLVY (max) | 0.201205 | 0.000000 | 6.996213 | 0.000000 | 0.000000 | -0.130282 |
| 21 | ENV_SLVY (max) | 0.000000 | 0.000000 | 6.991933 | 0.000000 | 0.000000 | 0.172286 |
| 2 | ENV_SLVZ (max) | -0.060362 | -0.928113 | 7.644431 | 0.000000 | 0.000000 | -0.677430 |
| 10 | ENV_SLVZ (max) | 0.000000 | -0.913287 | 7.645715 | 0.000000 | 0.000000 | 0.679636 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|-----------|------------|------------|----------|----------|-----------|
| 13 | ENV_SLVZ (max) | 0.060362 | 0.000000 | 7.645715 | 0.000000 | 0.000000 | -0.044867 |
| 21 | ENV_SLVZ (max) | 0.000000 | 0.000000 | 7.644431 | 0.000000 | 0.000000 | 0.060018 |
| 2 | ENV_SLVY (min) | -0.201205 | -3.093710 | 6.433933 | 0.000000 | 0.000000 | -2.286716 |
| 10 | ENV_SLVY (min) | 0.000000 | -3.044290 | 6.438213 | 0.000000 | 0.000000 | 2.283886 |
| 13 | ENV_SLVY (min) | 0.201205 | 0.000000 | 6.438213 | 0.000000 | 0.000000 | -0.131122 |
| 21 | ENV_SLVY (min) | 0.000000 | 0.000000 | 6.433933 | 0.000000 | 0.000000 | 0.171445 |
| 2 | ENV_SLVZ (min) | -0.060362 | -0.928113 | 5.784431 | 0.000000 | 0.000000 | -0.680233 |
| 10 | ENV_SLVZ (min) | 0.000000 | -0.913287 | 5.785715 | 0.000000 | 0.000000 | 0.676834 |
| 13 | ENV_SLVZ (min) | 0.060362 | 0.000000 | 5.785715 | 0.000000 | 0.000000 | -0.047669 |
| 21 | ENV_SLVZ (min) | 0.000000 | 0.000000 | 5.784431 | 0.000000 | 0.000000 | 0.057216 |
| SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT | | | | | | | |
| | Load | FX (kN) | FY (kN) | FZ (kN) | | | |
| | SLU001 | -0.000000 | -40.175999 | 132.516393 | | | |
| | ENV_SLVY (max) | -0.000000 | -6.138000 | 27.976292 | | | |
| | ENV_SLVY (min) | -0.000000 | -6.138000 | 25.744292 | | | |
| | ENV_SLVZ (max) | -0.000000 | -1.841400 | 30.580292 | | | |
| | ENV_SLVZ (min) | -0.000000 | -1.841400 | 23.140292 | | | |

Tabella 2 Sollecitazioni negli elementi

| Elem | Load | Part | Axial (kN) | Shear-y (kN) | Shear-z (kN) | Torsion (kN*m) | Moment-y (kN*m) | Moment-z (kN*m) |
|------|--------|------|------------|--------------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | SLU001 | I[1] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | SLU001 | J[2] | 0.00 | -0.32 | 0.31 | 0.00 | -0.02 | 0.02 |
| 2 | SLU001 | I[2] | -2.04 | 8.95 | -9.67 | 0.92 | 0.58 | 9.38 |
| 2 | SLU001 | J[3] | -2.04 | 6.52 | -7.36 | 0.92 | 10.16 | 0.68 |
| 3 | SLU001 | I[3] | -10.12 | 3.18 | -7.23 | 0.99 | 10.96 | 0.68 |
| 3 | SLU001 | J[4] | -10.12 | 0.75 | -4.92 | 0.99 | 17.79 | -1.53 |
| 4 | SLU001 | I[4] | -16.69 | 1.58 | -4.79 | 0.68 | 18.44 | -1.53 |
| 4 | SLU001 | J[5] | -16.69 | -0.85 | -2.48 | 0.68 | 22.53 | -1.94 |
| 5 | SLU001 | I[5] | -20.34 | 1.24 | -2.35 | 0.25 | 22.89 | -1.94 |
| 5 | SLU001 | J[6] | -20.34 | -1.19 | -0.04 | 0.25 | 24.23 | -1.97 |
| 6 | SLU001 | I[6] | -20.60 | 1.18 | 0.09 | -0.20 | 24.25 | -1.97 |

| | | | | | | | | |
|----|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6 | SLU001 | J[7] | -20.60 | -1.25 | 2.40 | -0.20 | 22.85 | -1.94 |
| 7 | SLU001 | I[7] | -17.49 | 0.85 | 2.53 | -0.62 | 22.54 | -1.94 |
| 7 | SLU001 | J[8] | -17.49 | -1.58 | 4.84 | -0.62 | 18.40 | -1.52 |
| 8 | SLU001 | I[8] | -11.49 | -0.75 | 4.97 | -0.94 | 17.80 | -1.52 |
| 8 | SLU001 | J[9] | -11.49 | -3.18 | 7.28 | -0.94 | 10.91 | 0.68 |
| 9 | SLU001 | I[9] | -4.09 | -6.50 | 7.41 | -0.87 | 10.18 | 0.68 |
| 9 | SLU001 | J[10] | -4.09 | -8.93 | 9.72 | -0.87 | 0.54 | 9.36 |
| 10 | SLU001 | I[10] | 0.00 | 0.32 | -0.31 | 0.00 | -0.02 | 0.02 |
| 10 | SLU001 | J[11] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | SLU001 | I[2] | 5.93 | -0.00 | -0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | SLU001 | J[13] | 5.93 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | SLU001 | I[2] | 6.86 | 0.00 | -0.02 | 0.21 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | SLU001 | J[14] | 6.86 | 0.00 | 0.02 | 0.21 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | SLU001 | I[13] | -10.97 | 0.00 | -0.02 | -0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | SLU001 | J[3] | -10.97 | 0.00 | 0.02 | -0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | SLU001 | I[3] | 10.60 | -0.00 | -0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | SLU001 | J[14] | 10.60 | 0.00 | 0.09 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | SLU001 | I[3] | 1.37 | 0.00 | -0.02 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | SLU001 | J[15] | 1.37 | 0.00 | 0.02 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | SLU001 | I[14] | -14.31 | 0.00 | -0.02 | -0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | SLU001 | J[4] | -14.31 | 0.00 | 0.02 | -0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | SLU001 | I[4] | 13.23 | -0.00 | -0.09 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | SLU001 | J[15] | 13.23 | 0.00 | 0.09 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | SLU001 | I[15] | -14.53 | 0.00 | -0.02 | -0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | SLU001 | J[5] | -14.53 | 0.00 | 0.02 | -0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | SLU001 | I[4] | -4.28 | 0.00 | -0.02 | 0.19 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | SLU001 | J[16] | -4.28 | 0.00 | 0.02 | 0.19 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | SLU001 | I[5] | 15.66 | -0.00 | -0.09 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | SLU001 | J[16] | 15.66 | 0.00 | 0.09 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | SLU001 | I[5] | -8.95 | 0.00 | -0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | SLU001 | J[17] | -8.95 | 0.00 | 0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | SLU001 | I[16] | -12.71 | 0.00 | -0.02 | -0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | SLU001 | J[6] | -12.71 | 0.00 | 0.02 | -0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | SLU001 | I[6] | 16.55 | 0.00 | -0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | SLU001 | J[17] | 16.55 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | | |
|----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 24 | SLU001 | I[17] | -9.35 | 0.00 | -0.02 | -0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | SLU001 | J[7] | -9.35 | 0.00 | 0.02 | -0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | SLU001 | I[6] | -12.31 | 0.00 | -0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | SLU001 | J[18] | -12.31 | 0.00 | 0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | SLU001 | I[7] | 15.65 | 0.00 | -0.09 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | SLU001 | J[18] | 15.65 | -0.00 | 0.09 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | SLU001 | I[18] | -4.70 | 0.00 | -0.02 | -0.19 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | SLU001 | J[8] | -4.70 | 0.00 | 0.02 | -0.19 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | SLU001 | I[7] | -14.12 | 0.00 | -0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | SLU001 | J[19] | -14.12 | 0.00 | 0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | SLU001 | I[8] | 13.20 | 0.00 | -0.09 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | SLU001 | J[19] | 13.20 | -0.00 | 0.09 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | SLU001 | I[19] | 0.91 | 0.00 | -0.02 | -0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | SLU001 | J[9] | 0.91 | 0.00 | 0.02 | -0.20 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | SLU001 | I[8] | -13.86 | 0.00 | -0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | SLU001 | J[20] | -13.86 | 0.00 | 0.02 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | SLU001 | I[9] | 10.49 | 0.00 | -0.09 | -0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | SLU001 | J[20] | 10.49 | -0.00 | 0.09 | -0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | SLU001 | I[9] | -10.39 | 0.00 | -0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | SLU001 | J[21] | -10.39 | 0.00 | 0.02 | 0.18 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | SLU001 | I[20] | 6.26 | 0.00 | -0.02 | -0.21 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | SLU001 | J[10] | 6.26 | 0.00 | 0.02 | -0.21 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | SLU001 | I[10] | 5.81 | 0.00 | -0.09 | -0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | SLU001 | J[21] | 5.81 | -0.00 | 0.09 | -0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | SLU001 | I[12] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | SLU001 | J[13] | 0.00 | -0.32 | 1.79 | 0.00 | -0.13 | 0.02 |
| 37 | SLU001 | I[13] | 4.73 | -2.69 | -54.27 | 0.34 | -0.70 | -4.88 |
| 37 | SLU001 | J[14] | 4.73 | -5.12 | -40.83 | 0.34 | 52.79 | -0.49 |
| 38 | SLU001 | I[14] | 18.59 | -0.16 | -40.69 | 0.12 | 51.43 | -0.49 |
| 38 | SLU001 | J[15] | 18.59 | -2.59 | -27.25 | 0.12 | 89.64 | 1.06 |
| 39 | SLU001 | I[15] | 28.99 | 0.69 | -27.11 | 0.05 | 88.62 | 1.06 |
| 39 | SLU001 | J[16] | 28.99 | -1.74 | -13.67 | 0.05 | 111.56 | 1.65 |
| 40 | SLU001 | I[16] | 34.51 | 1.07 | -13.54 | 0.02 | 111.02 | 1.65 |
| 40 | SLU001 | J[17] | 34.51 | -1.36 | -0.09 | 0.02 | 118.69 | 1.81 |
| 41 | SLU001 | I[17] | 34.78 | 1.35 | 0.04 | -0.01 | 118.66 | 1.81 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 41 | SLU001 | J[18] | 34.78 | -1.08 | 13.48 | -0.01 | 111.05 | 1.66 |
| 42 | SLU001 | I[18] | 29.80 | 1.71 | 13.62 | -0.04 | 111.54 | 1.66 |
| 42 | SLU001 | J[19] | 29.80 | -0.72 | 27.06 | -0.04 | 88.66 | 1.10 |
| 43 | SLU001 | I[19] | 19.97 | 2.49 | 27.20 | -0.11 | 89.63 | 1.10 |
| 43 | SLU001 | J[20] | 19.97 | 0.06 | 40.64 | -0.11 | 51.47 | -0.34 |
| 44 | SLU001 | I[20] | 6.80 | 4.81 | 40.77 | -0.31 | 52.77 | -0.34 |
| 44 | SLU001 | J[21] | 6.80 | 2.38 | 54.22 | -0.31 | -0.67 | -4.38 |
| 45 | SLU001 | I[21] | 0.00 | 0.32 | -1.79 | 0.00 | -0.13 | 0.02 |
| 45 | SLU001 | J[22] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | ENV_SLVY(all) | I[1] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | ENV_SLVY(all) | J[2] | 0.00 | -0.05 | 0.21 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 2 | ENV_SLVY(all) | I[2] | 0.17 | 2.00 | -6.70 | 0.08 | 0.01 | 2.29 |
| 2 | ENV_SLVY(all) | J[3] | 0.17 | 1.62 | -5.11 | 0.08 | 6.65 | 0.25 |
| 3 | ENV_SLVY(all) | I[3] | -0.18 | 0.75 | -5.01 | 0.13 | 6.68 | 0.25 |
| 3 | ENV_SLVY(all) | J[4] | -0.18 | 0.38 | -3.42 | 0.13 | 11.42 | -0.38 |
| 4 | ENV_SLVY(all) | I[4] | -0.76 | 0.36 | -3.32 | 0.09 | 11.47 | -0.38 |
| 4 | ENV_SLVY(all) | J[5] | -0.76 | -0.02 | -1.74 | 0.09 | 14.32 | -0.57 |
| 5 | ENV_SLVY(all) | I[5] | -1.13 | 0.22 | -1.64 | 0.03 | 14.35 | -0.57 |
| 5 | ENV_SLVY(all) | J[6] | -1.13 | -0.15 | -0.05 | 0.03 | 15.30 | -0.61 |
| 6 | ENV_SLVY(all) | I[6] | -1.16 | 0.15 | 0.05 | -0.03 | 15.30 | -0.61 |
| 6 | ENV_SLVY(all) | J[7] | -1.16 | -0.22 | 1.64 | -0.03 | 14.35 | -0.57 |
| 7 | ENV_SLVY(all) | I[7] | -0.83 | 0.01 | 1.74 | -0.09 | 14.32 | -0.57 |
| 7 | ENV_SLVY(all) | J[8] | -0.83 | -0.36 | 3.33 | -0.09 | 11.47 | -0.38 |
| 8 | ENV_SLVY(all) | I[8] | -0.29 | -0.38 | 3.43 | -0.12 | 11.42 | -0.38 |
| 8 | ENV_SLVY(all) | J[9] | -0.29 | -0.75 | 5.01 | -0.12 | 6.67 | 0.26 |
| 9 | ENV_SLVY(all) | I[9] | -0.03 | -1.62 | 5.11 | -0.08 | 6.65 | 0.26 |
| 9 | ENV_SLVY(all) | J[10] | -0.03 | -1.99 | 6.70 | -0.08 | 0.01 | 2.29 |
| 10 | ENV_SLVY(all) | I[10] | 0.00 | 0.05 | -0.21 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 10 | ENV_SLVY(all) | J[11] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | ENV_SLVY(all) | I[2] | 1.01 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | ENV_SLVY(all) | J[13] | 1.01 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | ENV_SLVY(all) | I[2] | 0.09 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | ENV_SLVY(all) | J[14] | 0.09 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | ENV_SLVY(all) | I[13] | -0.96 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | ENV_SLVY(all) | J[3] | -0.96 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 14 | ENV_SLVY(all) | I[3] | 2.01 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | ENV_SLVY(all) | J[14] | 2.01 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | ENV_SLVY(all) | I[3] | -0.55 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | ENV_SLVY(all) | J[15] | -0.55 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | ENV_SLVY(all) | I[14] | -2.21 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | ENV_SLVY(all) | J[4] | -2.21 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | ENV_SLVY(all) | I[4] | 2.73 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | ENV_SLVY(all) | J[15] | 2.73 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | ENV_SLVY(all) | I[15] | -2.60 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | ENV_SLVY(all) | J[5] | -2.60 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | ENV_SLVY(all) | I[4] | -1.37 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | ENV_SLVY(all) | J[16] | -1.37 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | ENV_SLVY(all) | I[5] | 3.28 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | ENV_SLVY(all) | J[16] | 3.28 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | ENV_SLVY(all) | I[5] | -2.05 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | ENV_SLVY(all) | J[17] | -2.05 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | ENV_SLVY(all) | I[16] | -2.51 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | ENV_SLVY(all) | J[6] | -2.51 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | ENV_SLVY(all) | I[6] | 3.48 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | ENV_SLVY(all) | J[17] | 3.48 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | ENV_SLVY(all) | I[17] | -2.08 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | ENV_SLVY(all) | J[7] | -2.08 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | ENV_SLVY(all) | I[6] | -2.48 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | ENV_SLVY(all) | J[18] | -2.48 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | ENV_SLVY(all) | I[7] | 3.28 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | ENV_SLVY(all) | J[18] | 3.28 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | ENV_SLVY(all) | I[18] | -1.40 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | ENV_SLVY(all) | J[8] | -1.40 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | ENV_SLVY(all) | I[7] | -2.57 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | ENV_SLVY(all) | J[19] | -2.57 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | ENV_SLVY(all) | I[8] | 2.72 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | ENV_SLVY(all) | J[19] | 2.72 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | ENV_SLVY(all) | I[19] | -0.58 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | ENV_SLVY(all) | J[9] | -0.58 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | ENV_SLVY(all) | I[8] | -2.17 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 31 | ENV_SLVY(all) | J[20] | -2.17 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | ENV_SLVY(all) | I[9] | 2.01 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | ENV_SLVY(all) | J[20] | 2.01 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | ENV_SLVY(all) | I[9] | -0.92 | 0.00 | -0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | ENV_SLVY(all) | J[21] | -0.92 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | ENV_SLVY(all) | I[20] | 0.04 | 0.00 | -0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | ENV_SLVY(all) | J[10] | 0.04 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | ENV_SLVY(all) | I[10] | 1.00 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | ENV_SLVY(all) | J[21] | 1.00 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | ENV_SLVY(all) | I[12] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | ENV_SLVY(all) | J[13] | 0.00 | -0.05 | 0.21 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 37 | ENV_SLVY(all) | I[13] | 0.43 | 0.23 | -6.70 | -0.01 | -0.05 | 0.13 |
| 37 | ENV_SLVY(all) | J[14] | 0.43 | -0.14 | -5.11 | -0.01 | 6.59 | 0.08 |
| 38 | ENV_SLVY(all) | I[14] | 1.91 | 0.25 | -5.01 | -0.01 | 6.45 | 0.08 |
| 38 | ENV_SLVY(all) | J[15] | 1.91 | -0.13 | -3.43 | -0.01 | 11.20 | 0.02 |
| 39 | ENV_SLVY(all) | I[15] | 3.25 | 0.22 | -3.33 | -0.00 | 11.07 | 0.02 |
| 39 | ENV_SLVY(all) | J[16] | 3.25 | -0.15 | -1.74 | -0.00 | 13.92 | -0.03 |
| 40 | ENV_SLVY(all) | I[16] | 4.00 | 0.20 | -1.64 | -0.00 | 13.85 | -0.03 |
| 40 | ENV_SLVY(all) | J[17] | 4.00 | -0.17 | -0.05 | -0.00 | 14.80 | -0.04 |
| 41 | ENV_SLVY(all) | I[17] | 4.02 | 0.17 | 0.05 | 0.00 | 14.80 | -0.04 |
| 41 | ENV_SLVY(all) | J[18] | 4.02 | -0.20 | 1.64 | 0.00 | 13.85 | -0.03 |
| 42 | ENV_SLVY(all) | I[18] | 3.32 | 0.15 | 1.74 | 0.00 | 13.92 | -0.03 |
| 42 | ENV_SLVY(all) | J[19] | 3.32 | -0.22 | 3.32 | 0.00 | 11.07 | 0.02 |
| 43 | ENV_SLVY(all) | I[19] | 2.02 | 0.12 | 3.42 | 0.01 | 11.20 | 0.02 |
| 43 | ENV_SLVY(all) | J[20] | 2.02 | -0.25 | 5.01 | 0.01 | 6.45 | 0.10 |
| 44 | ENV_SLVY(all) | I[20] | 0.60 | 0.11 | 5.11 | 0.01 | 6.59 | 0.10 |
| 44 | ENV_SLVY(all) | J[21] | 0.60 | -0.26 | 6.70 | 0.01 | -0.05 | 0.18 |
| 45 | ENV_SLVY(all) | I[21] | 0.00 | 0.05 | -0.21 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 45 | ENV_SLVY(all) | J[22] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | ENV_SLVZ(all) | I[1] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | ENV_SLVZ(all) | J[2] | 0.00 | -0.01 | 0.23 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 2 | ENV_SLVZ(all) | I[2] | 0.32 | 0.60 | -7.33 | 0.02 | -0.04 | 0.68 |
| 2 | ENV_SLVZ(all) | J[3] | 0.32 | 0.48 | -5.58 | 0.02 | 7.23 | 0.07 |
| 3 | ENV_SLVZ(all) | I[3] | 0.70 | 0.22 | -5.48 | 0.04 | 7.19 | 0.07 |
| 3 | ENV_SLVZ(all) | J[4] | 0.70 | 0.11 | -3.74 | 0.04 | 12.38 | -0.11 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4 | ENV_SLVZ(all) | I[4] | 0.84 | 0.11 | -3.64 | 0.03 | 12.37 | -0.11 |
| 4 | ENV_SLVZ(all) | J[5] | 0.84 | -0.01 | -1.89 | 0.03 | 15.48 | -0.17 |
| 5 | ENV_SLVZ(all) | I[5] | 0.88 | 0.07 | -1.79 | 0.01 | 15.47 | -0.17 |
| 5 | ENV_SLVZ(all) | J[6] | 0.88 | -0.04 | -0.05 | 0.01 | 16.51 | -0.18 |
| 6 | ENV_SLVZ(all) | I[6] | 0.87 | 0.04 | 0.05 | -0.01 | 16.51 | -0.18 |
| 6 | ENV_SLVZ(all) | J[7] | 0.87 | -0.07 | 1.80 | -0.01 | 15.47 | -0.17 |
| 7 | ENV_SLVZ(all) | I[7] | 0.82 | 0.01 | 1.90 | -0.03 | 15.48 | -0.17 |
| 7 | ENV_SLVZ(all) | J[8] | 0.82 | -0.11 | 3.64 | -0.03 | 12.37 | -0.11 |
| 8 | ENV_SLVZ(all) | I[8] | 0.67 | -0.11 | 3.74 | -0.04 | 12.38 | -0.11 |
| 8 | ENV_SLVZ(all) | J[9] | 0.67 | -0.22 | 5.49 | -0.04 | 7.19 | 0.07 |
| 9 | ENV_SLVZ(all) | I[9] | 0.27 | -0.48 | 5.59 | -0.02 | 7.23 | 0.07 |
| 9 | ENV_SLVZ(all) | J[10] | 0.27 | -0.59 | 7.33 | -0.02 | -0.04 | 0.68 |
| 10 | ENV_SLVZ(all) | I[10] | 0.00 | 0.01 | -0.23 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 10 | ENV_SLVZ(all) | J[11] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | ENV_SLVZ(all) | I[2] | 0.62 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | ENV_SLVZ(all) | J[13] | 0.62 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | ENV_SLVZ(all) | I[2] | -0.39 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | ENV_SLVZ(all) | J[14] | -0.39 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | ENV_SLVZ(all) | I[13] | -0.70 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | ENV_SLVZ(all) | J[3] | -0.70 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | ENV_SLVZ(all) | I[3] | 1.76 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | ENV_SLVZ(all) | J[14] | 1.76 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | ENV_SLVZ(all) | I[3] | -1.28 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | ENV_SLVZ(all) | J[15] | -1.28 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | ENV_SLVZ(all) | I[14] | -1.78 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 16 | ENV_SLVZ(all) | J[4] | -1.78 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | ENV_SLVZ(all) | I[4] | 2.86 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | ENV_SLVZ(all) | J[15] | 2.86 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | ENV_SLVZ(all) | I[15] | -2.36 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | ENV_SLVZ(all) | J[5] | -2.36 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | ENV_SLVZ(all) | I[4] | -1.99 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | ENV_SLVZ(all) | J[16] | -1.99 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | ENV_SLVZ(all) | I[5] | 3.55 | -0.00 | -0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | ENV_SLVZ(all) | J[16] | 3.55 | 0.00 | 0.07 | -0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | ENV_SLVZ(all) | I[5] | -2.43 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 21 | ENV_SLVZ(all) | J[17] | -2.43 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | ENV_SLVZ(all) | I[16] | -2.56 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 22 | ENV_SLVZ(all) | J[6] | -2.56 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | ENV_SLVZ(all) | I[6] | 3.78 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | ENV_SLVZ(all) | J[17] | 3.78 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | ENV_SLVZ(all) | I[17] | -2.44 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | ENV_SLVZ(all) | J[7] | -2.44 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | ENV_SLVZ(all) | I[6] | -2.55 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | ENV_SLVZ(all) | J[18] | -2.55 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | ENV_SLVZ(all) | I[7] | 3.55 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 26 | ENV_SLVZ(all) | J[18] | 3.55 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | ENV_SLVZ(all) | I[18] | -2.00 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 27 | ENV_SLVZ(all) | J[8] | -2.00 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | ENV_SLVZ(all) | I[7] | -2.35 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | ENV_SLVZ(all) | J[19] | -2.35 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | ENV_SLVZ(all) | I[8] | 2.86 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | ENV_SLVZ(all) | J[19] | 2.86 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | ENV_SLVZ(all) | I[19] | -1.29 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 30 | ENV_SLVZ(all) | J[9] | -1.29 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | ENV_SLVZ(all) | I[8] | -1.77 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | ENV_SLVZ(all) | J[20] | -1.77 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | ENV_SLVZ(all) | I[9] | 1.76 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | ENV_SLVZ(all) | J[20] | 1.76 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | ENV_SLVZ(all) | I[9] | -0.68 | 0.00 | -0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | ENV_SLVZ(all) | J[21] | -0.68 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | ENV_SLVZ(all) | I[20] | -0.41 | 0.00 | -0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | ENV_SLVZ(all) | J[10] | -0.41 | 0.00 | 0.02 | -0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | ENV_SLVZ(all) | I[10] | 0.61 | 0.00 | -0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 35 | ENV_SLVZ(all) | J[21] | 0.61 | -0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | ENV_SLVZ(all) | I[12] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 36 | ENV_SLVZ(all) | J[13] | 0.00 | -0.01 | 0.23 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 37 | ENV_SLVZ(all) | I[13] | 0.40 | 0.07 | -7.33 | -0.00 | -0.05 | 0.05 |
| 37 | ENV_SLVZ(all) | J[14] | 0.40 | -0.04 | -5.59 | -0.00 | 7.21 | 0.03 |
| 38 | ENV_SLVZ(all) | I[14] | 1.31 | 0.08 | -5.49 | -0.00 | 7.12 | 0.03 |
| 38 | ENV_SLVZ(all) | J[15] | 1.31 | -0.04 | -3.74 | -0.00 | 12.31 | 0.00 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 39 | ENV_SLVZ(all) | I[15] | 2.01 | 0.07 | -3.64 | -0.00 | 12.25 | 0.00 |
| 39 | ENV_SLVZ(all) | J[16] | 2.01 | -0.04 | -1.90 | -0.00 | 15.36 | -0.01 |
| 40 | ENV_SLVZ(all) | I[16] | 2.38 | 0.06 | -1.80 | -0.00 | 15.32 | -0.01 |
| 40 | ENV_SLVZ(all) | J[17] | 2.38 | -0.05 | -0.05 | -0.00 | 16.36 | -0.02 |
| 41 | ENV_SLVZ(all) | I[17] | 2.39 | 0.05 | 0.05 | 0.00 | 16.36 | -0.02 |
| 41 | ENV_SLVZ(all) | J[18] | 2.39 | -0.06 | 1.79 | 0.00 | 15.32 | -0.01 |
| 42 | ENV_SLVZ(all) | I[18] | 2.03 | 0.04 | 1.89 | 0.00 | 15.36 | -0.01 |
| 42 | ENV_SLVZ(all) | J[19] | 2.03 | -0.07 | 3.64 | 0.00 | 12.25 | 0.00 |
| 43 | ENV_SLVZ(all) | I[19] | 1.34 | 0.03 | 3.74 | 0.00 | 12.31 | 0.00 |
| 43 | ENV_SLVZ(all) | J[20] | 1.34 | -0.08 | 5.48 | 0.00 | 7.12 | 0.03 |
| 44 | ENV_SLVZ(all) | I[20] | 0.45 | 0.03 | 5.58 | 0.00 | 7.21 | 0.03 |
| 44 | ENV_SLVZ(all) | J[21] | 0.45 | -0.08 | 7.33 | 0.00 | -0.05 | 0.06 |
| 45 | ENV_SLVZ(all) | I[21] | 0.00 | 0.01 | -0.23 | 0.00 | -0.02 | 0.00 |
| 45 | ENV_SLVZ(all) | J[22] | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tabella 3 Spostamenti nodali

| Node | Load | DX (m) | DY (m) | DZ (m) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|--------|-----------|----------|-----------|------------|------------|------------|
| 1 | SLE001 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000774 | -0.200294 | 0.005164 | -0.000000 |
| 2 | SLE001 | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 | -0.200294 | 0.005164 | 0.000000 |
| 3 | SLE001 | -0.000001 | 0.000642 | -0.005690 | -0.183028 | 0.004719 | 0.000857 |
| 4 | SLE001 | -0.000005 | 0.001580 | -0.010436 | -0.164422 | 0.003552 | 0.000739 |
| 5 | SLE001 | -0.000013 | 0.002222 | -0.013558 | -0.151712 | 0.001898 | 0.000389 |
| 6 | SLE001 | -0.000022 | 0.002441 | -0.014644 | -0.146998 | -0.000000 | -0.000001 |
| 7 | SLE001 | -0.000031 | 0.002221 | -0.013557 | -0.150715 | -0.001899 | -0.000390 |
| 8 | SLE001 | -0.000039 | 0.001578 | -0.010434 | -0.162418 | -0.003552 | -0.000739 |
| 9 | SLE001 | -0.000044 | 0.000641 | -0.005689 | -0.180007 | -0.004717 | -0.000855 |
| 10 | SLE001 | -0.000045 | 0.000000 | 0.000000 | -0.196275 | -0.005162 | 0.000000 |
| 11 | SLE001 | -0.000045 | 0.000000 | 0.000774 | -0.196275 | -0.005162 | 0.000000 |
| 12 | SLE001 | 0.000000 | 0.039239 | 0.003142 | 0.212547 | 0.020949 | -0.000000 |
| 13 | SLE001 | 0.000000 | 0.039239 | 0.000000 | 0.212547 | 0.020949 | 0.000000 |
| 14 | SLE001 | 0.000002 | 0.038866 | -0.023142 | 0.218962 | 0.019143 | -0.000519 |
| 15 | SLE001 | 0.000011 | 0.038260 | -0.042427 | 0.221203 | 0.014392 | -0.000509 |
| 16 | SLE001 | 0.000024 | 0.037790 | -0.055098 | 0.222118 | 0.007685 | -0.000308 |

| | | | | | | | |
|----|--------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 17 | SLE001 | 0.000041 | 0.037592 | -0.059506 | 0.222411 | 0.000000 | -0.000039 |
| 18 | SLE001 | 0.000057 | 0.037701 | -0.055099 | 0.222205 | -0.007684 | 0.000230 |
| 19 | SLE001 | 0.000071 | 0.038086 | -0.042428 | 0.221400 | -0.014392 | 0.000435 |
| 20 | SLE001 | 0.000080 | 0.038616 | -0.023143 | 0.219370 | -0.019144 | 0.000462 |
| 21 | SLE001 | 0.000083 | 0.038950 | 0.000000 | 0.213531 | -0.020951 | 0.000000 |
| 22 | SLE001 | 0.000083 | 0.038950 | 0.003142 | 0.213531 | -0.020950 | 0.000000 |

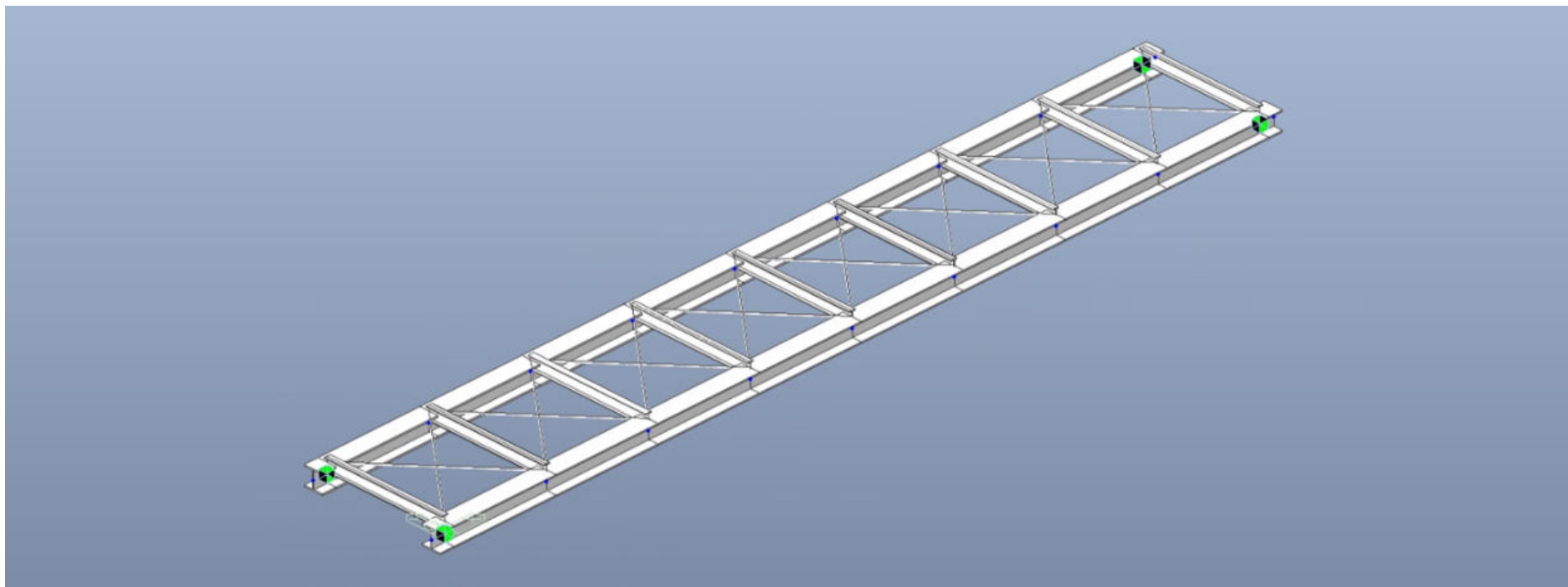


Figura 1 Modello solido della struttura

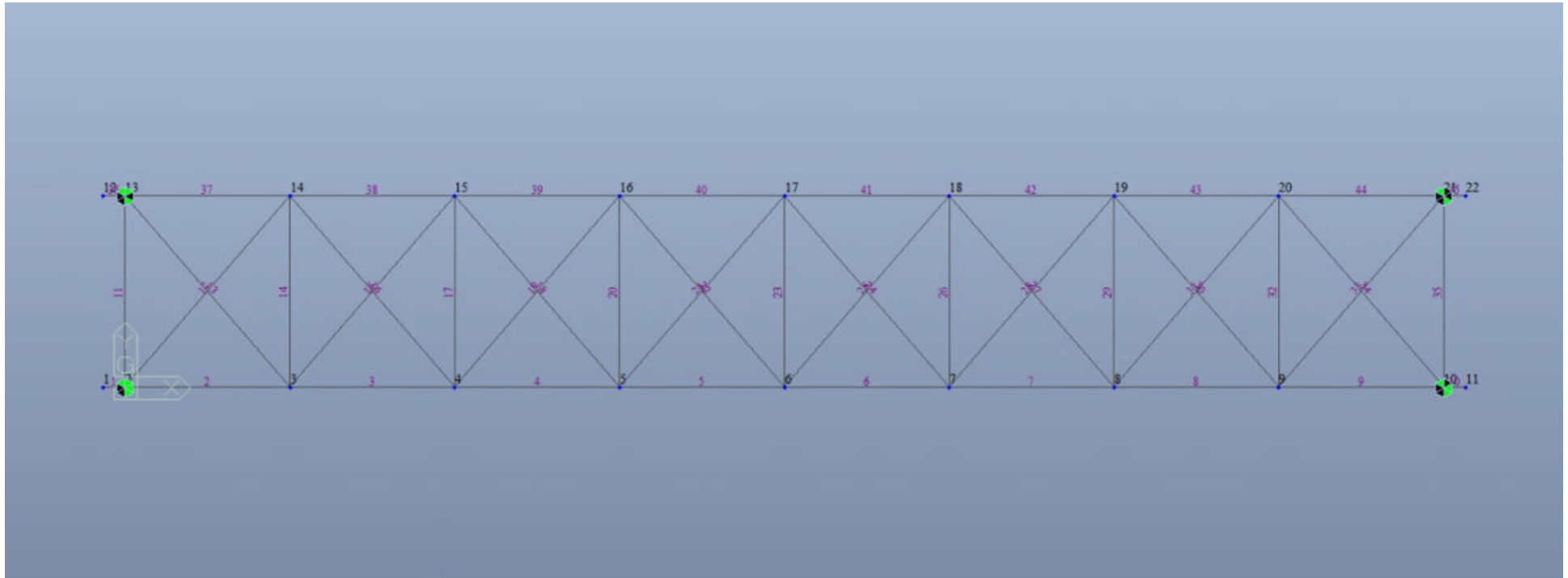


Figura 2 Numerazione aste e nodi

Condizioni elementari di carico

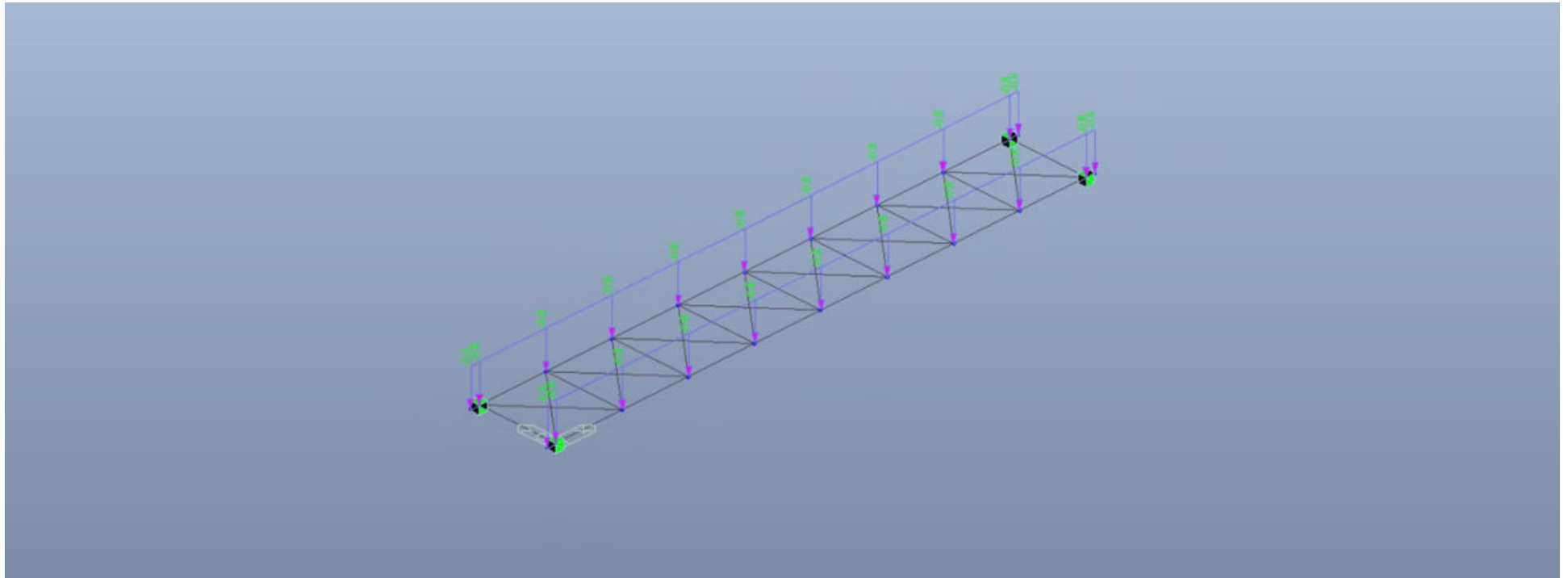


Figura 3 Sovraccarico permanente

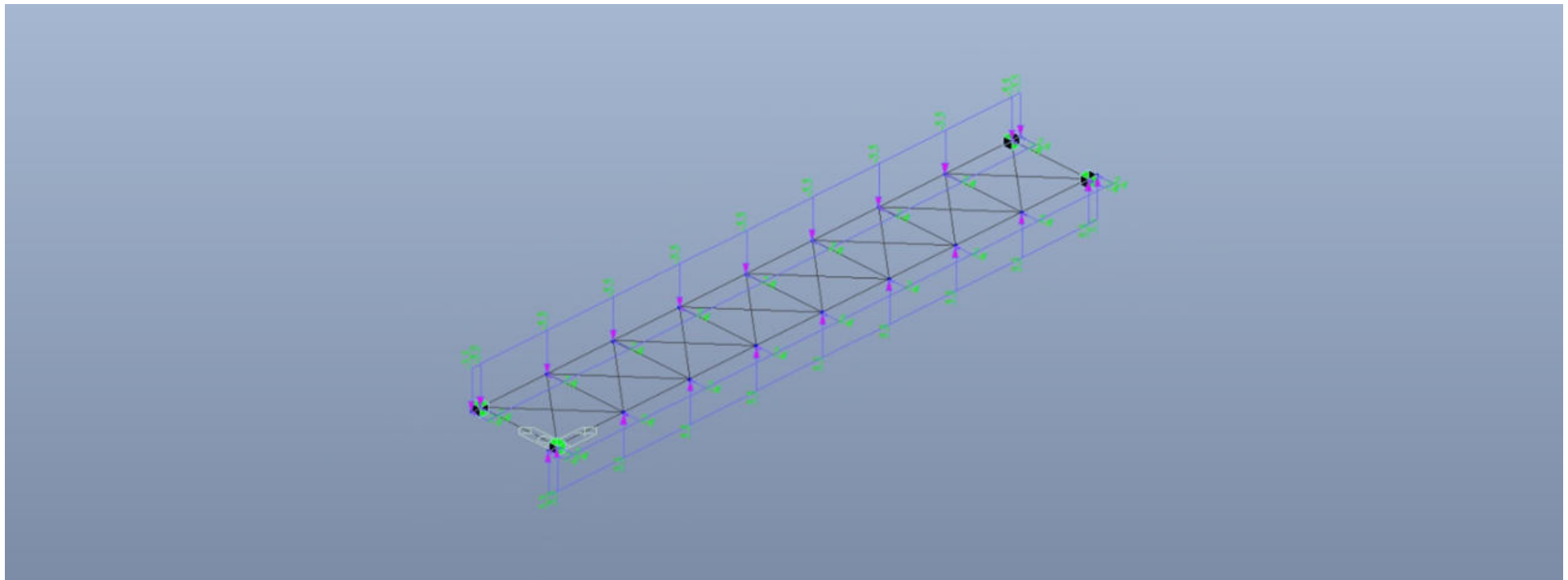


Figura 4 Vento trasversale ad opera carica

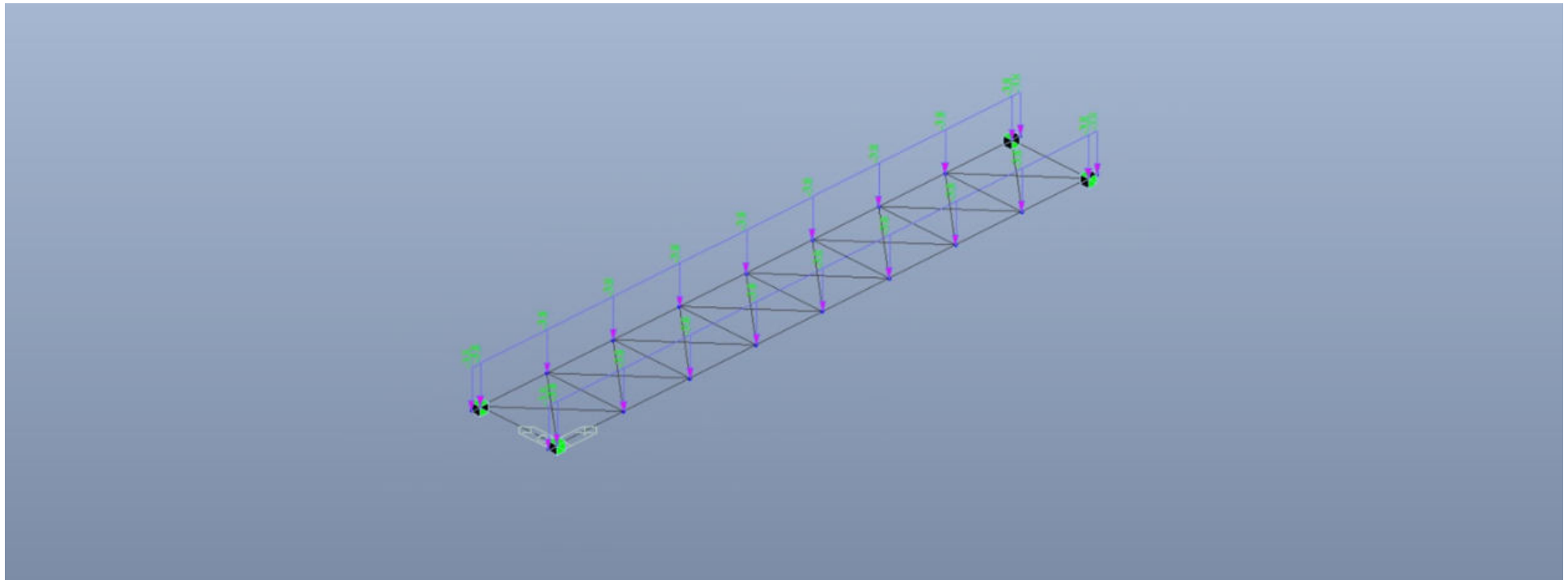


Figura 5 Folla (Schema di carico 5)

Sollecitazioni nella struttura

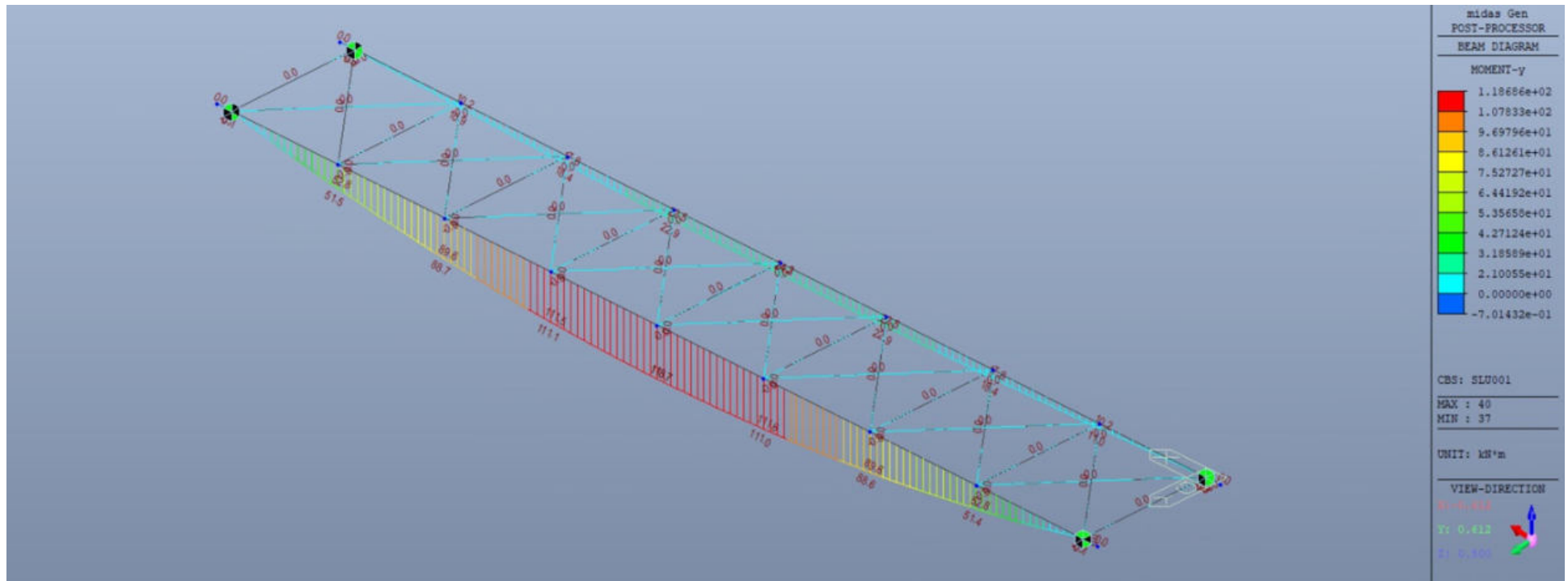


Figura 6 CC SLU Momento flettente verticale

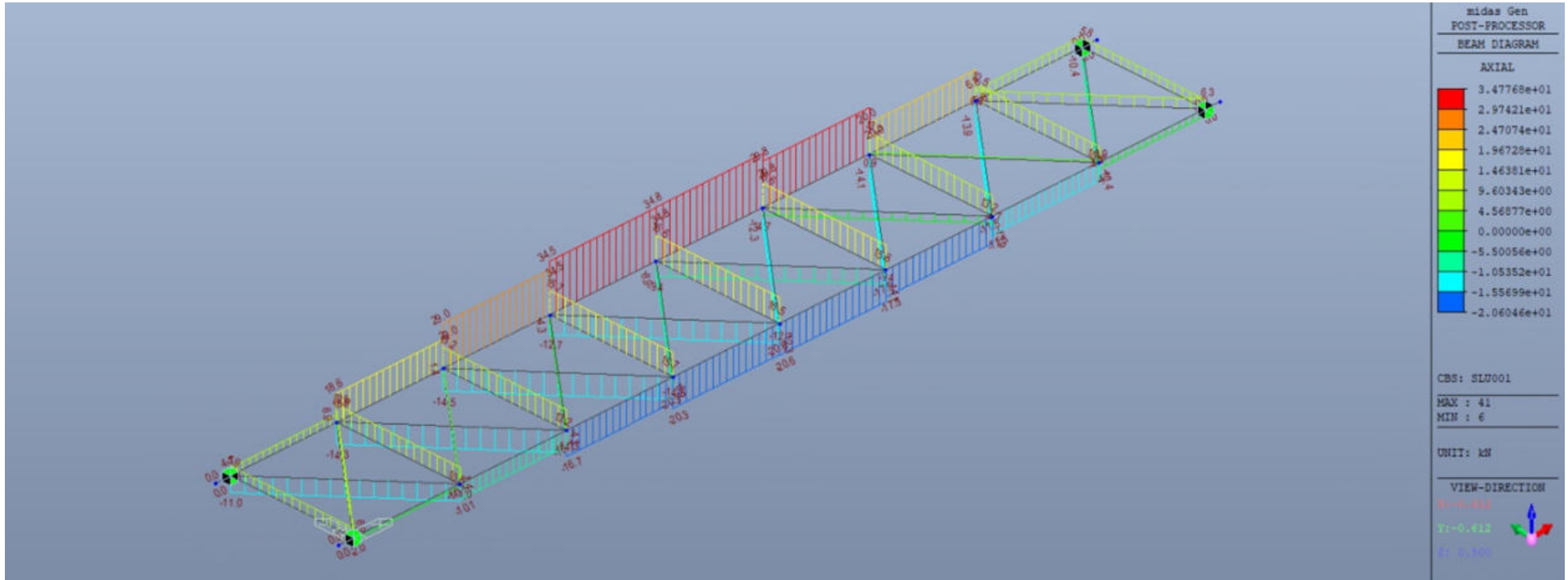


Figura 7 CC SLU Sforzo Normale

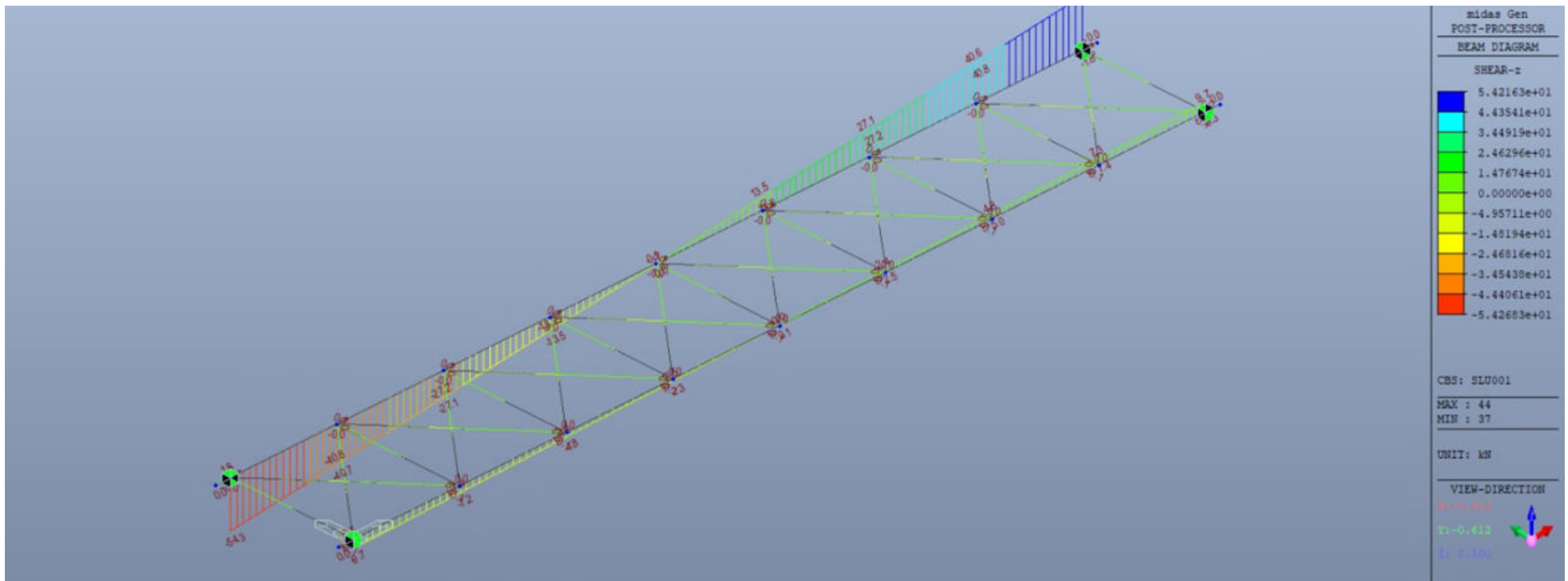


Figura 8 CC SLU Taglio verticale

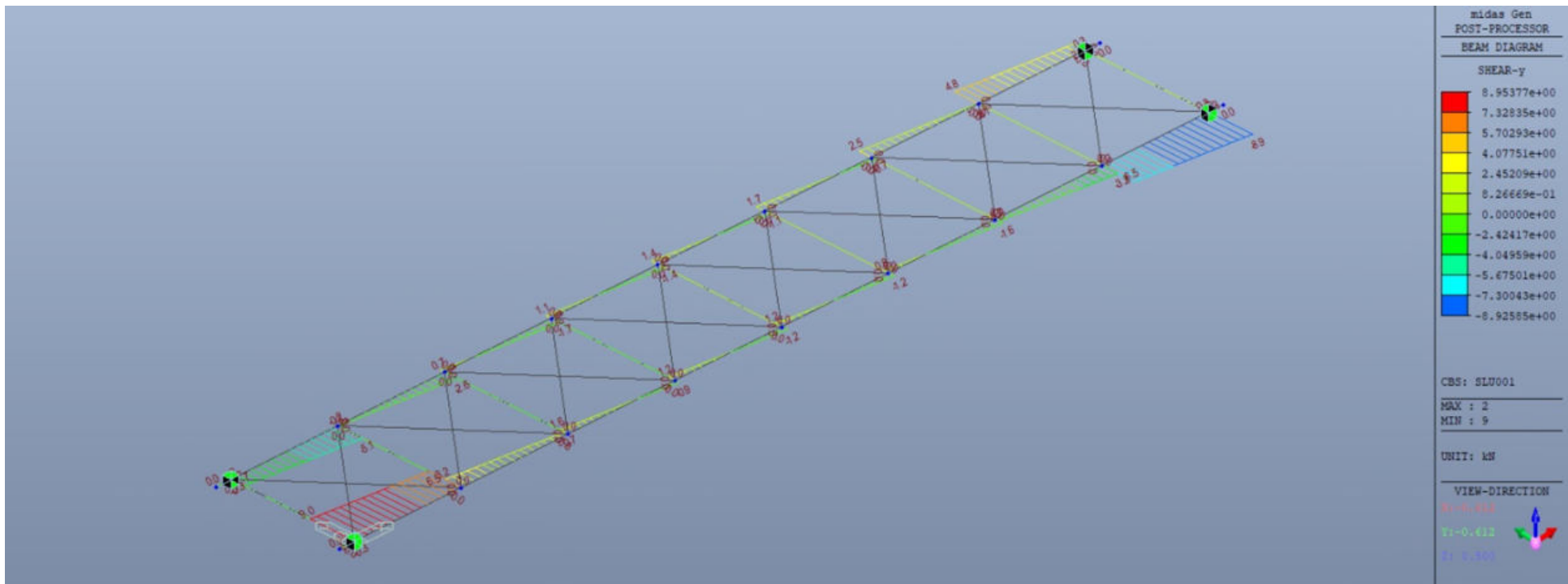


Figura 9 SLU Taglio orizzontale

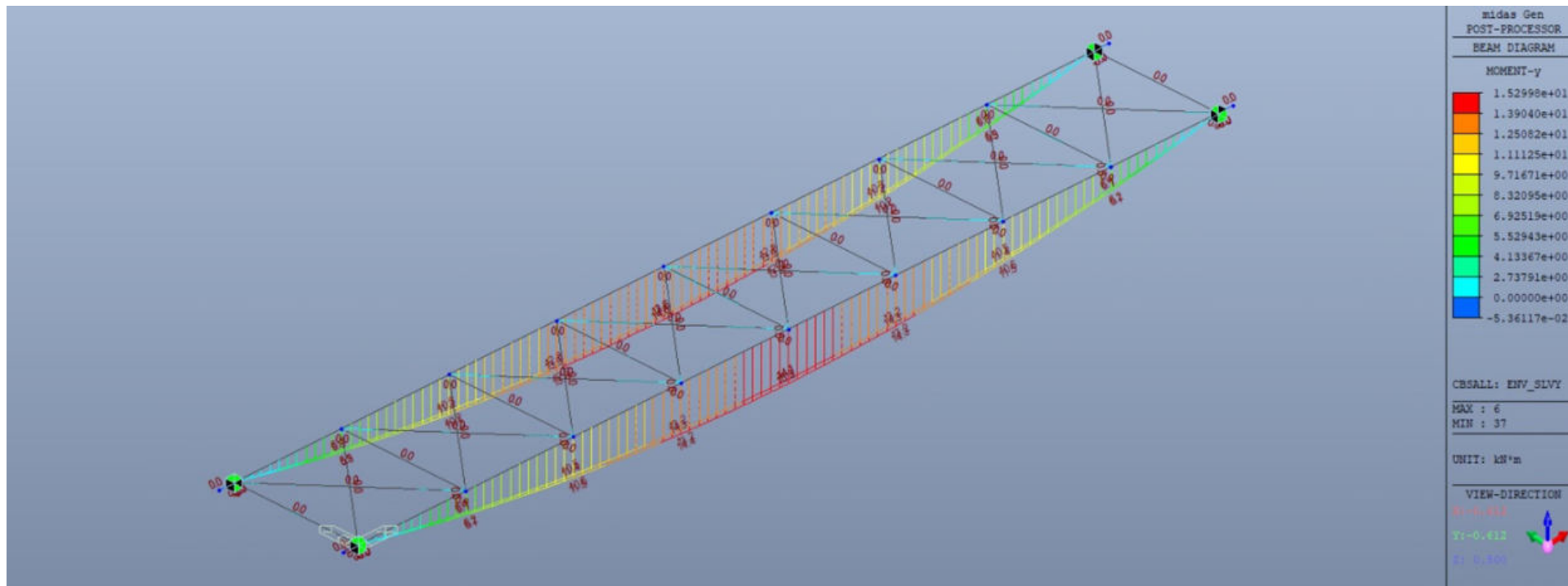


Figura 10 Involuppo SLVY Momento flettente verticale

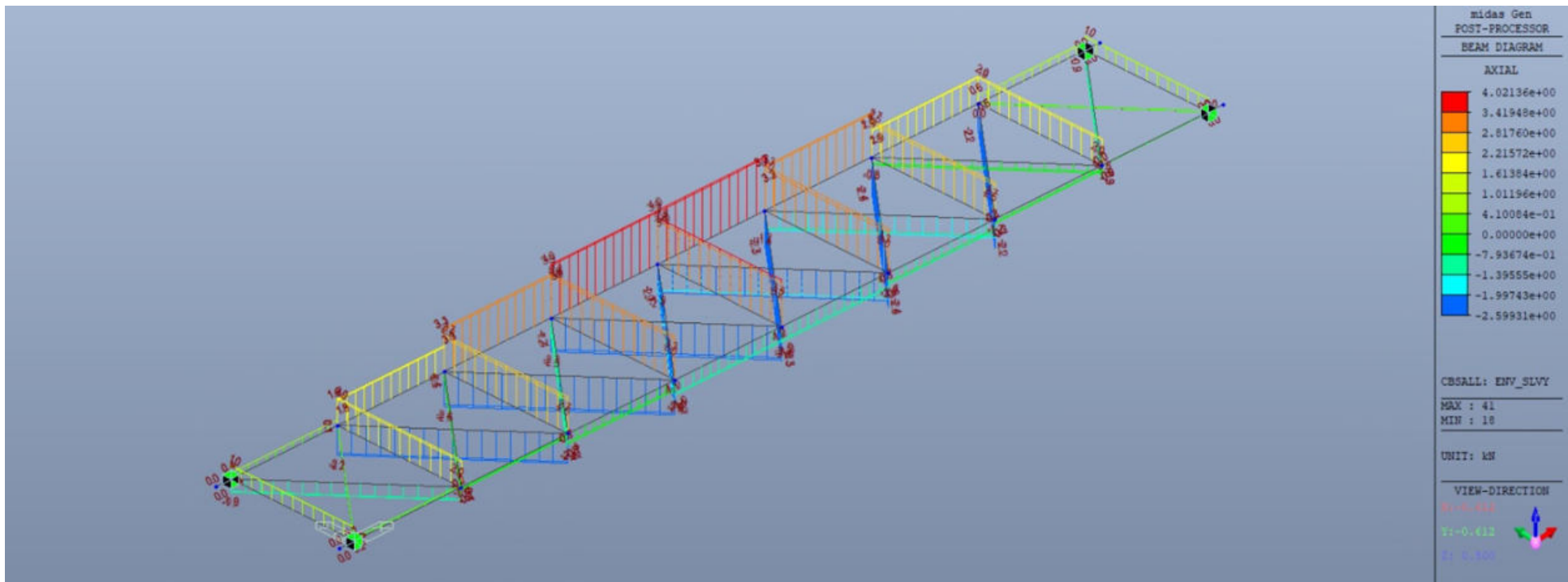


Figura 11 Inviluppo SLVY Sforzo Normale

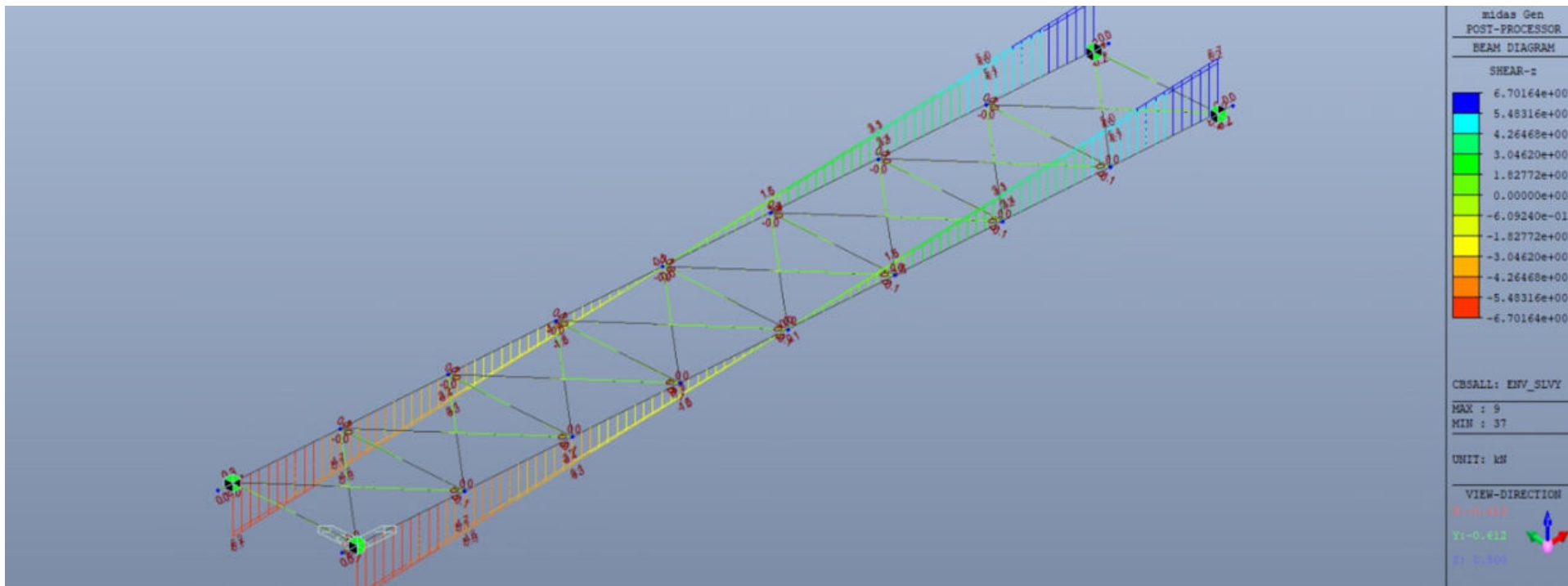


Figura 12 Involuppo SLVY Taglio verticale

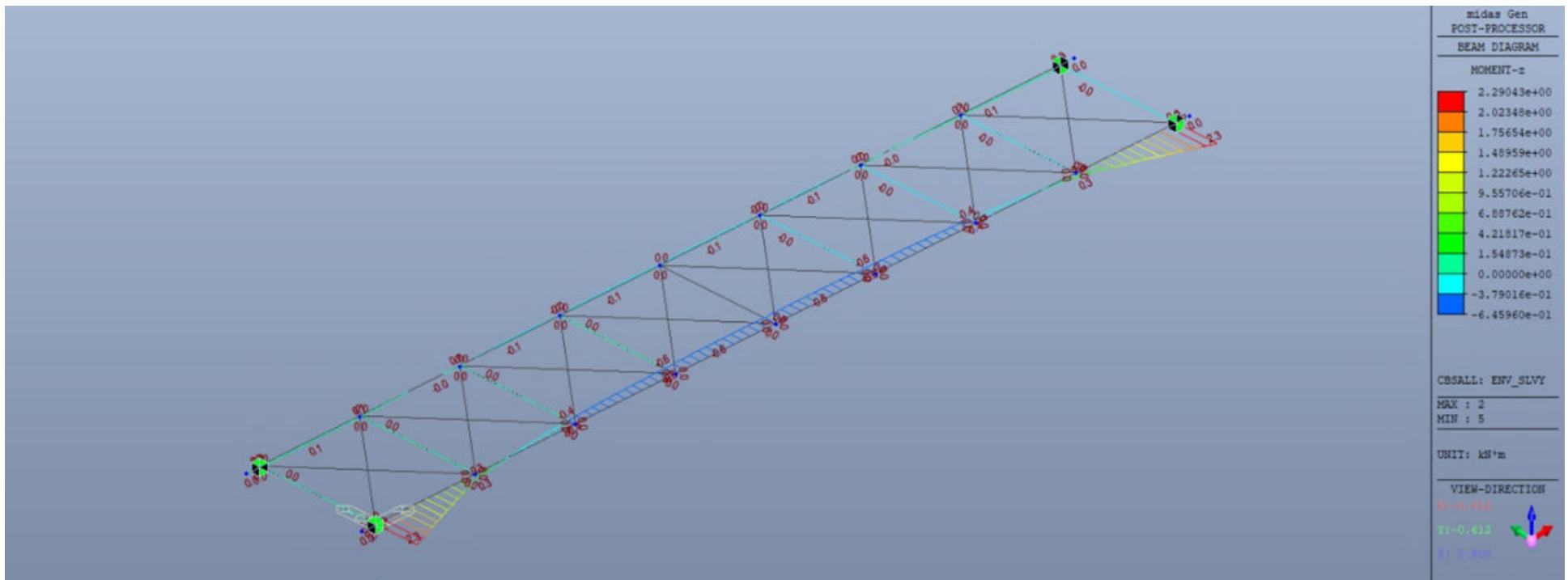


Figura 13 SLVY Involuppo Momento flettente orizzontale

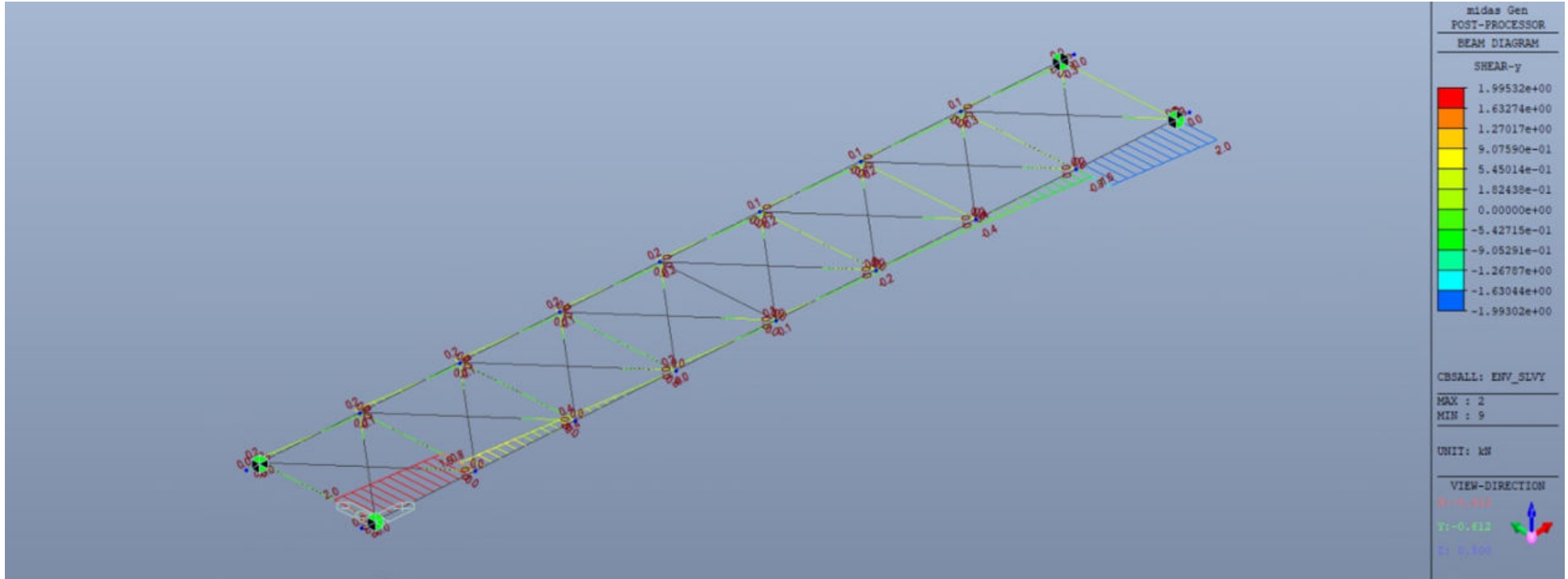


Figura 14 SLVY Inviluppo Taglio orizzontale

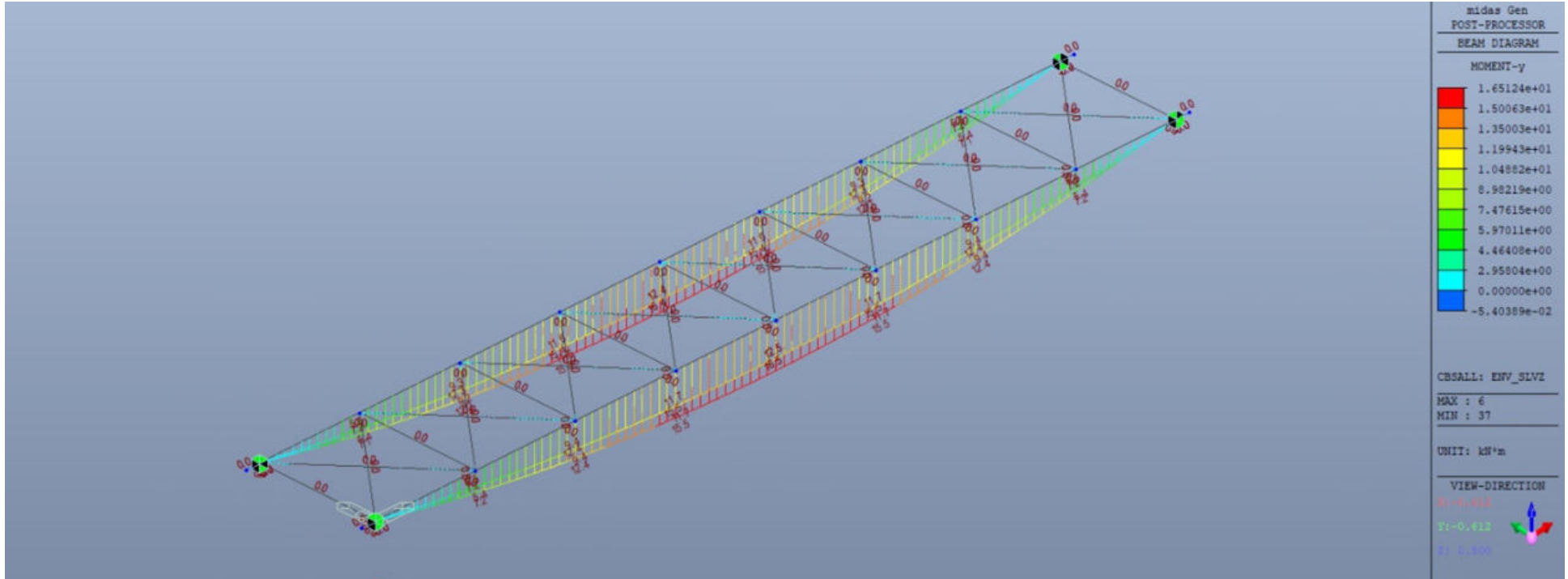


Figura 15 SLVZ Involuppo momento flettente verticale

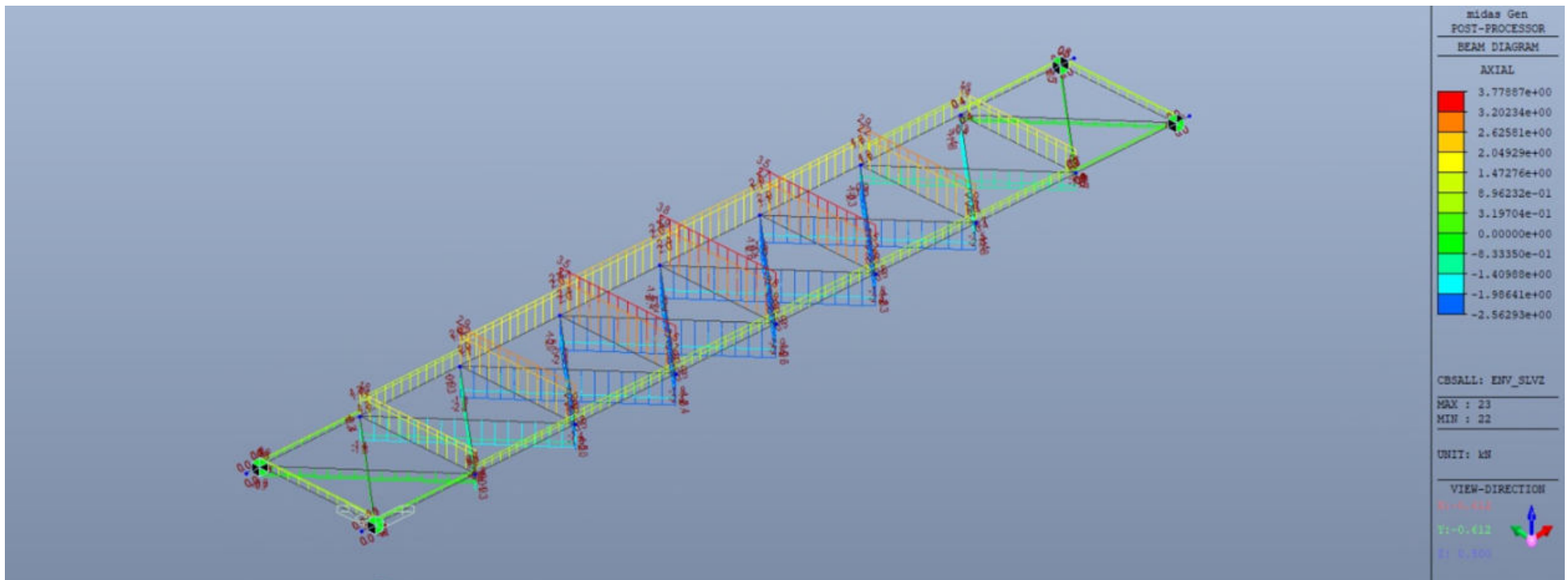


Figura 16 SLVZ Involuppo Sforzo Normale

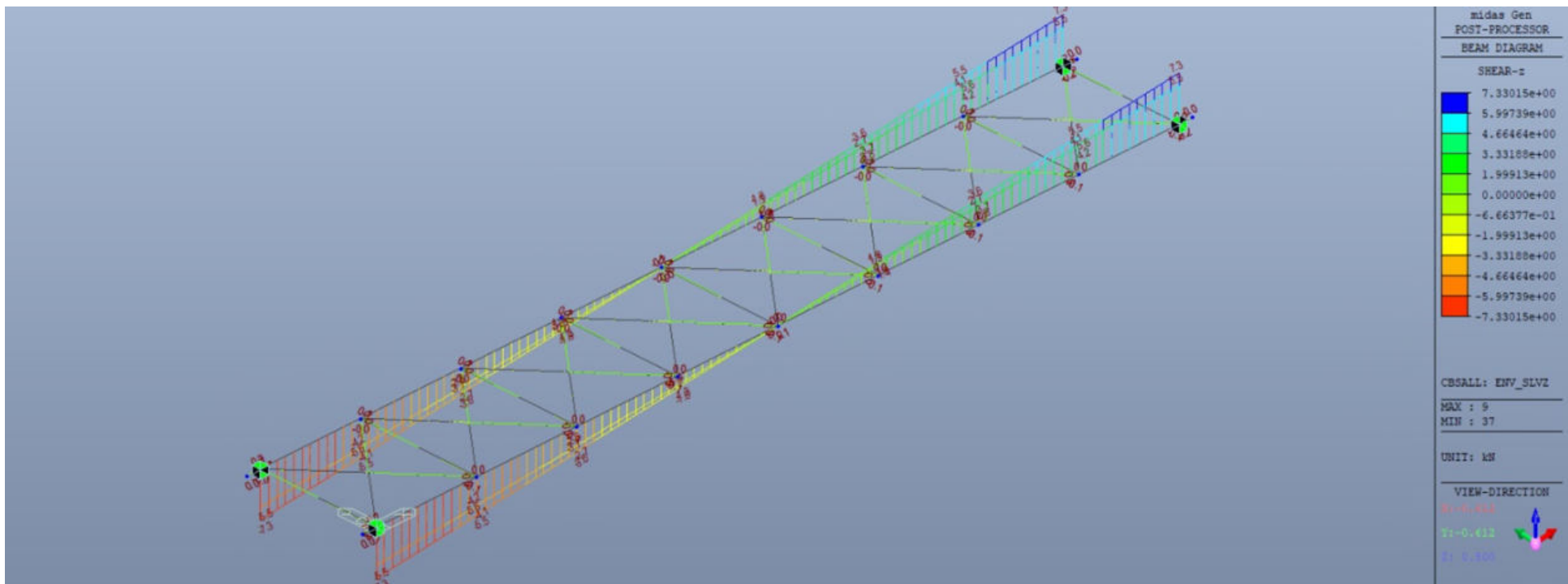


Figura 17 SLVZ Involuppo Taglio verticale

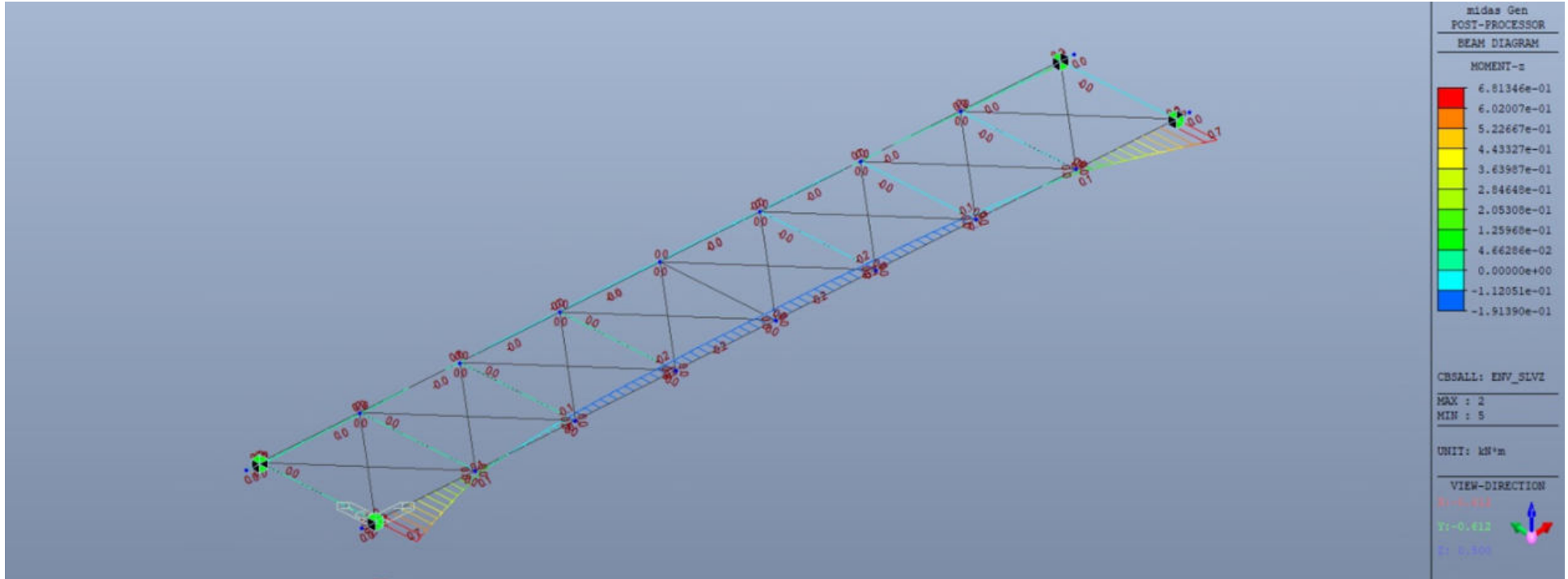


Figura 18 SLVZ Involuppo Momento flettente orizzontale

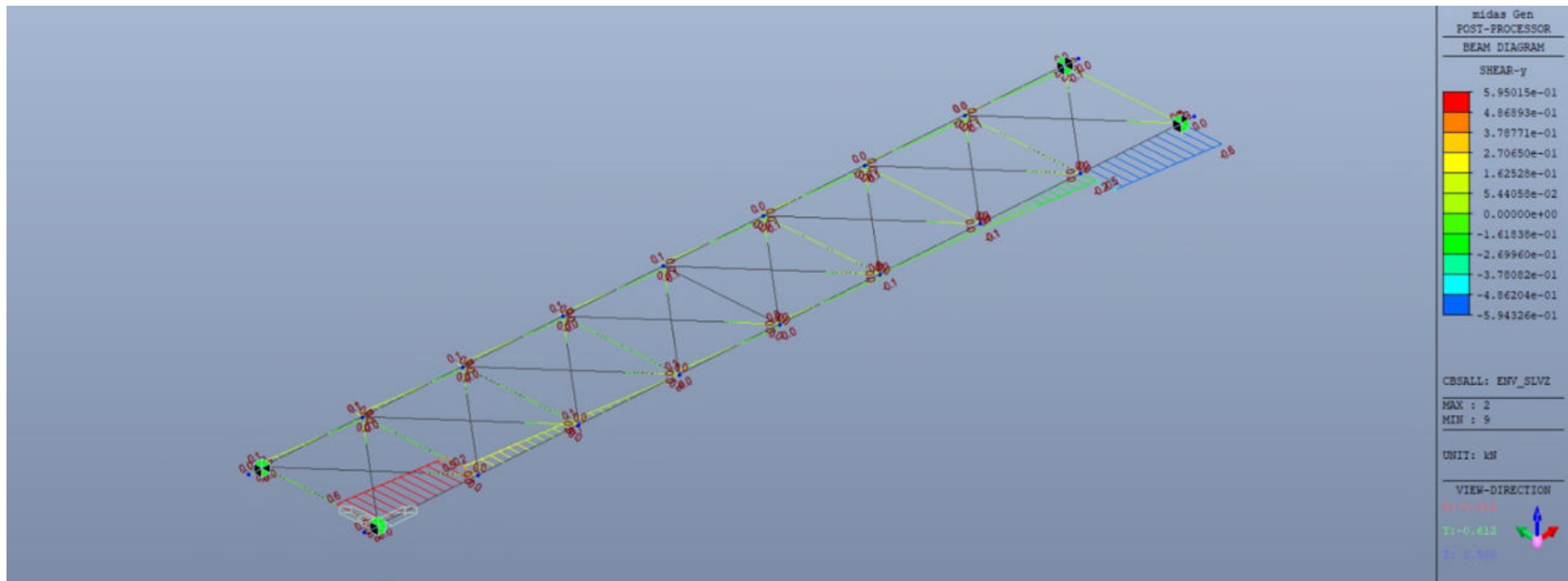


Figura 19 SLVZ Inviluppo Taglio orizzontale

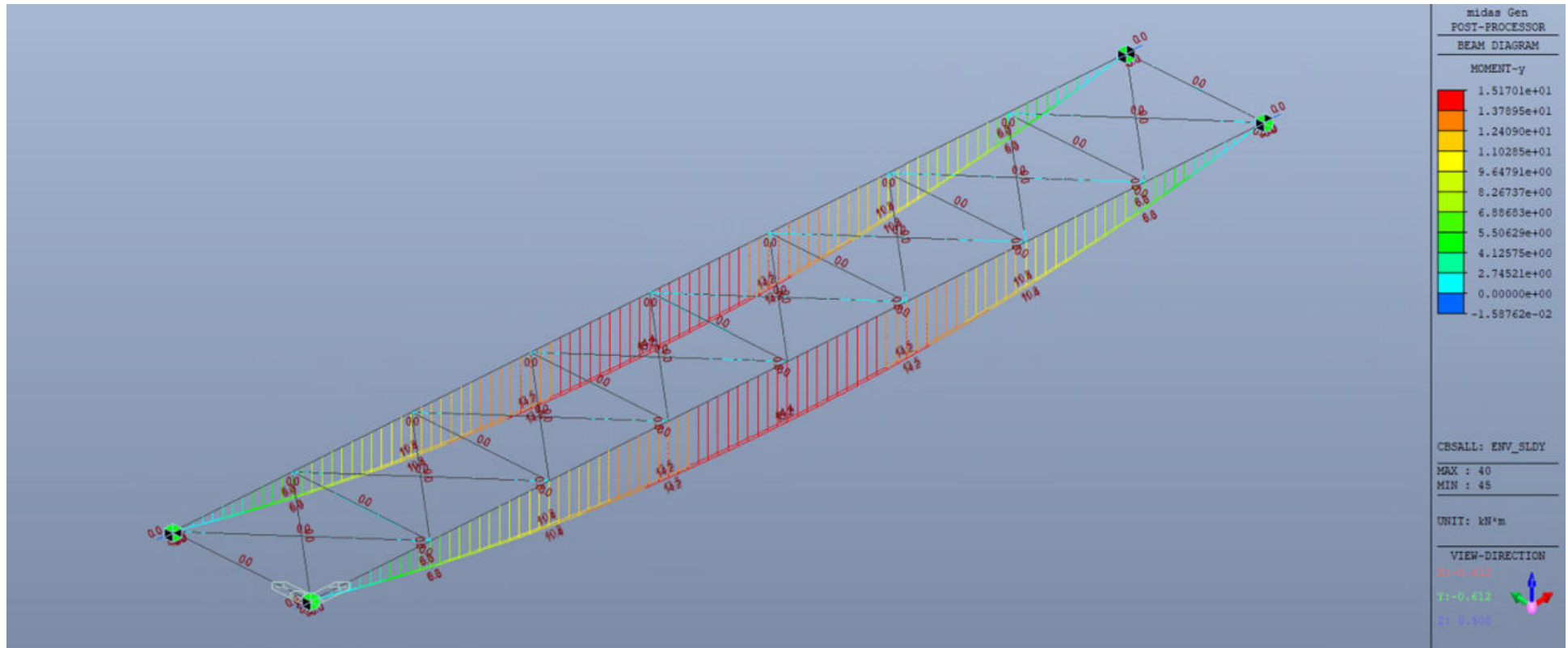


Figure 20 SLDY Involuppo Momento flettente verticale

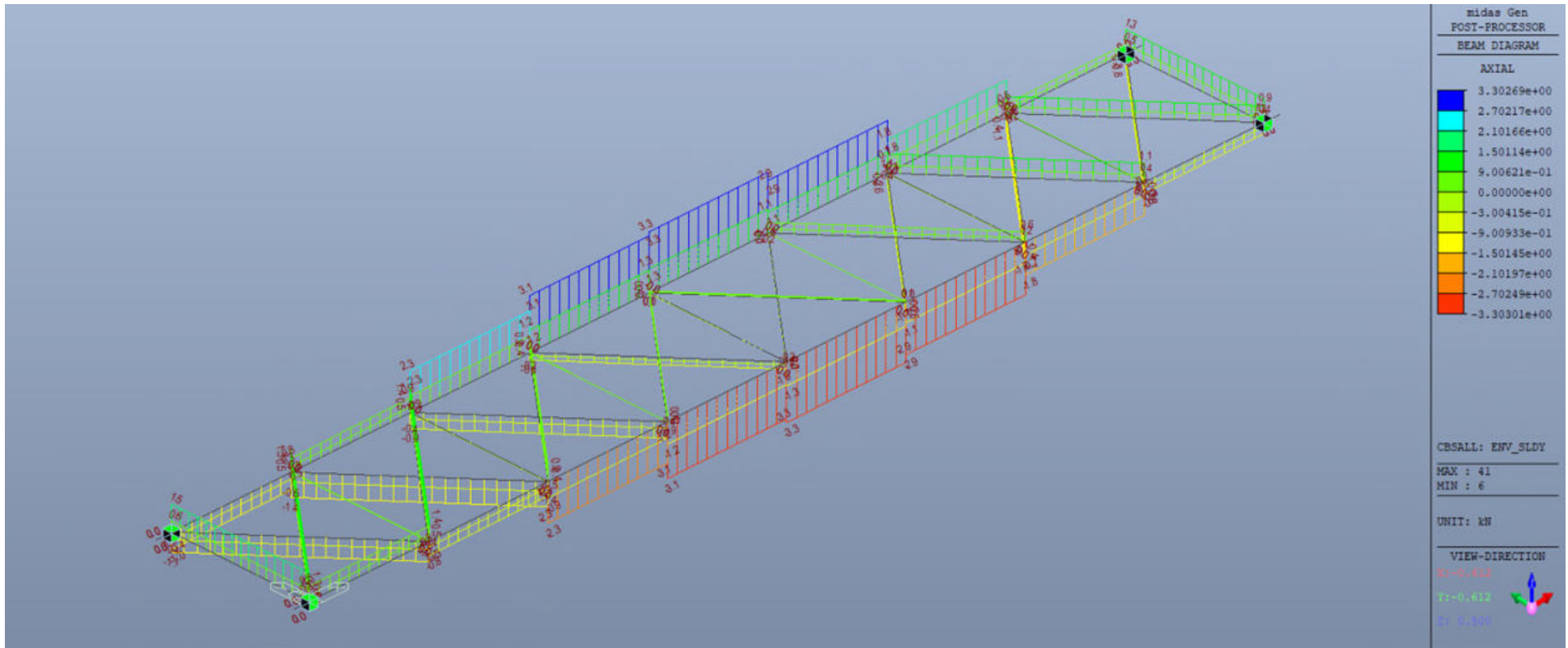


Figure 11 SLDY Involuppo Sforzo Normale

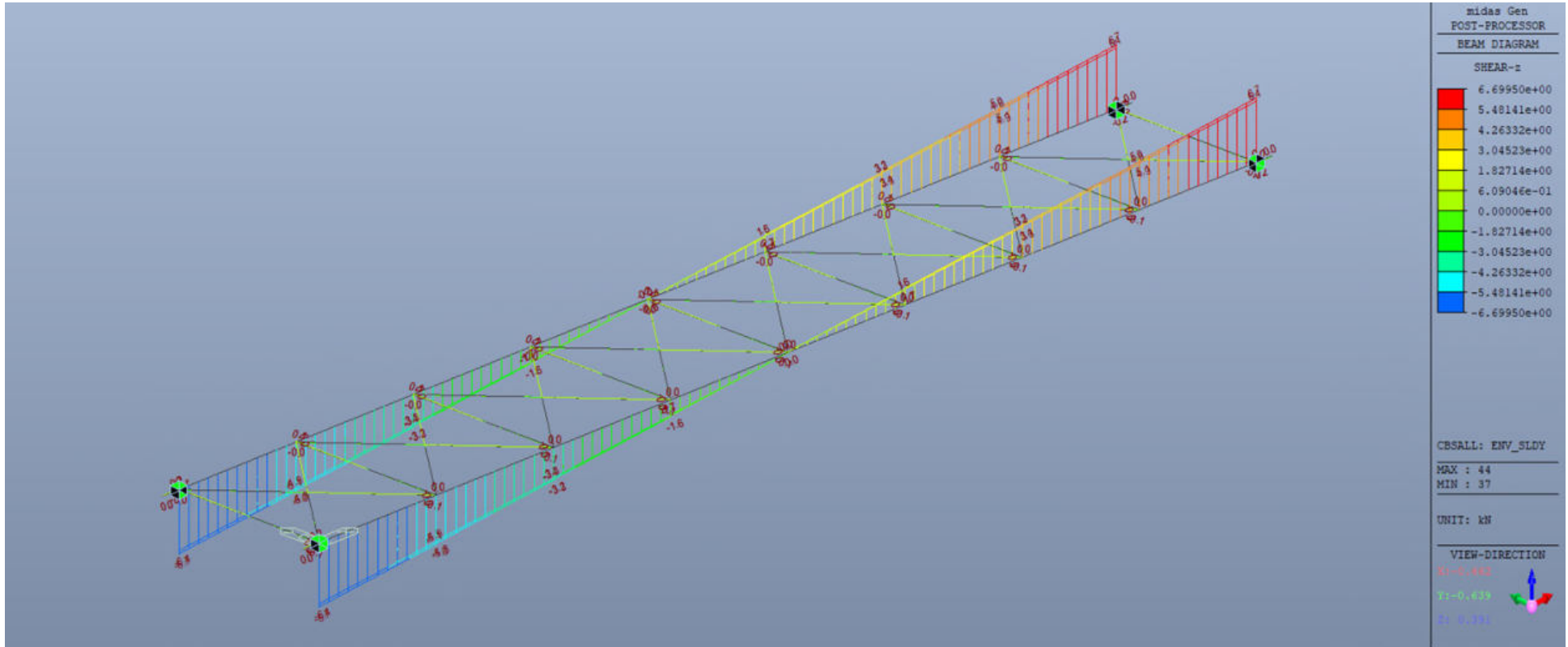


Figure 22 SLDY Involuppo Taglio verticale

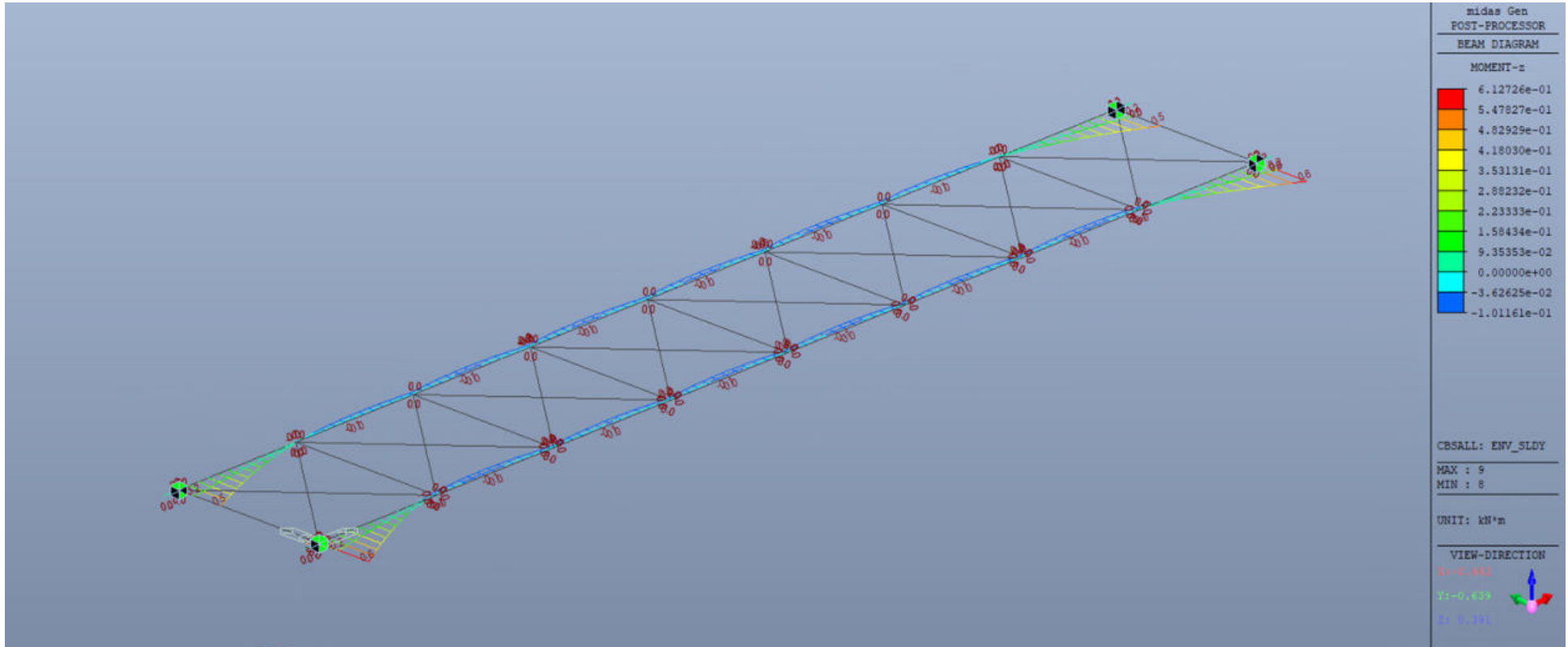


Figure 23 SLDY Involuppo Momento flettente orizzontale

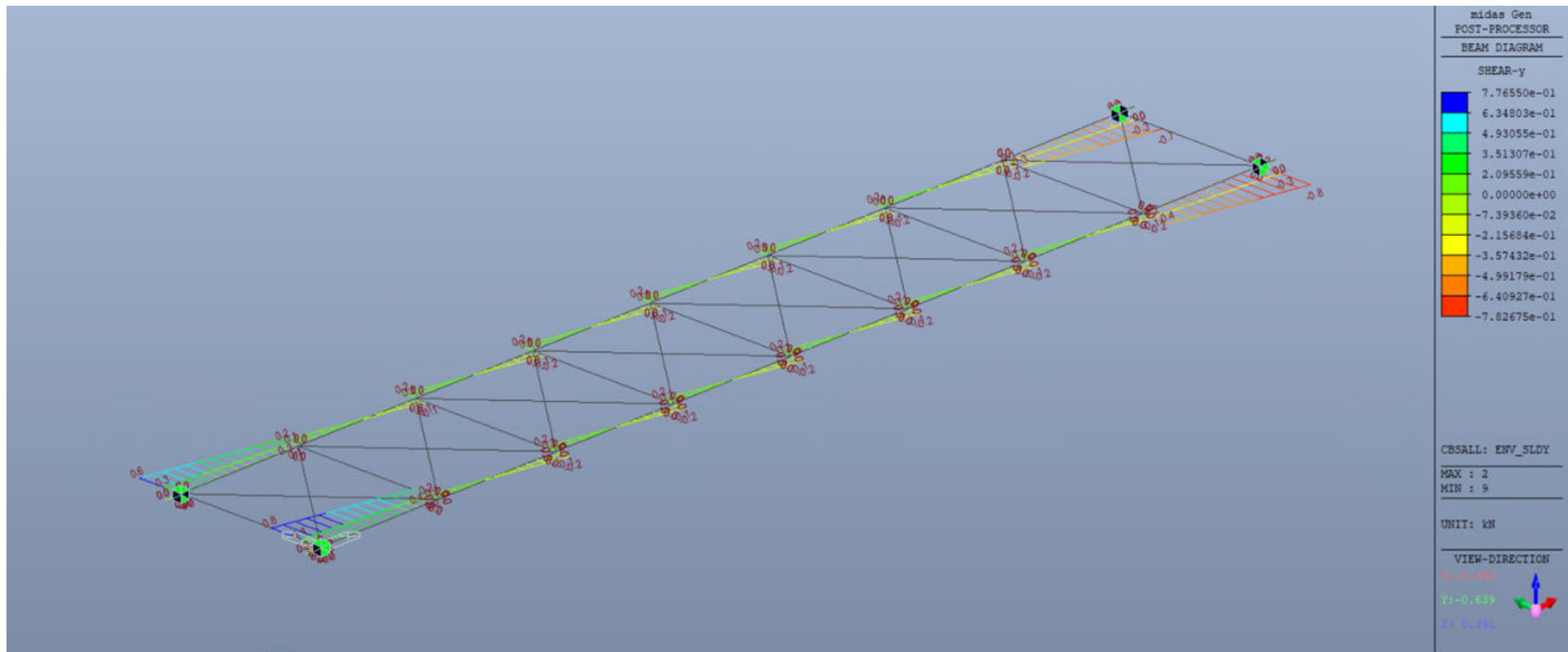


Figure 24 SLDY Taglio orizzontale

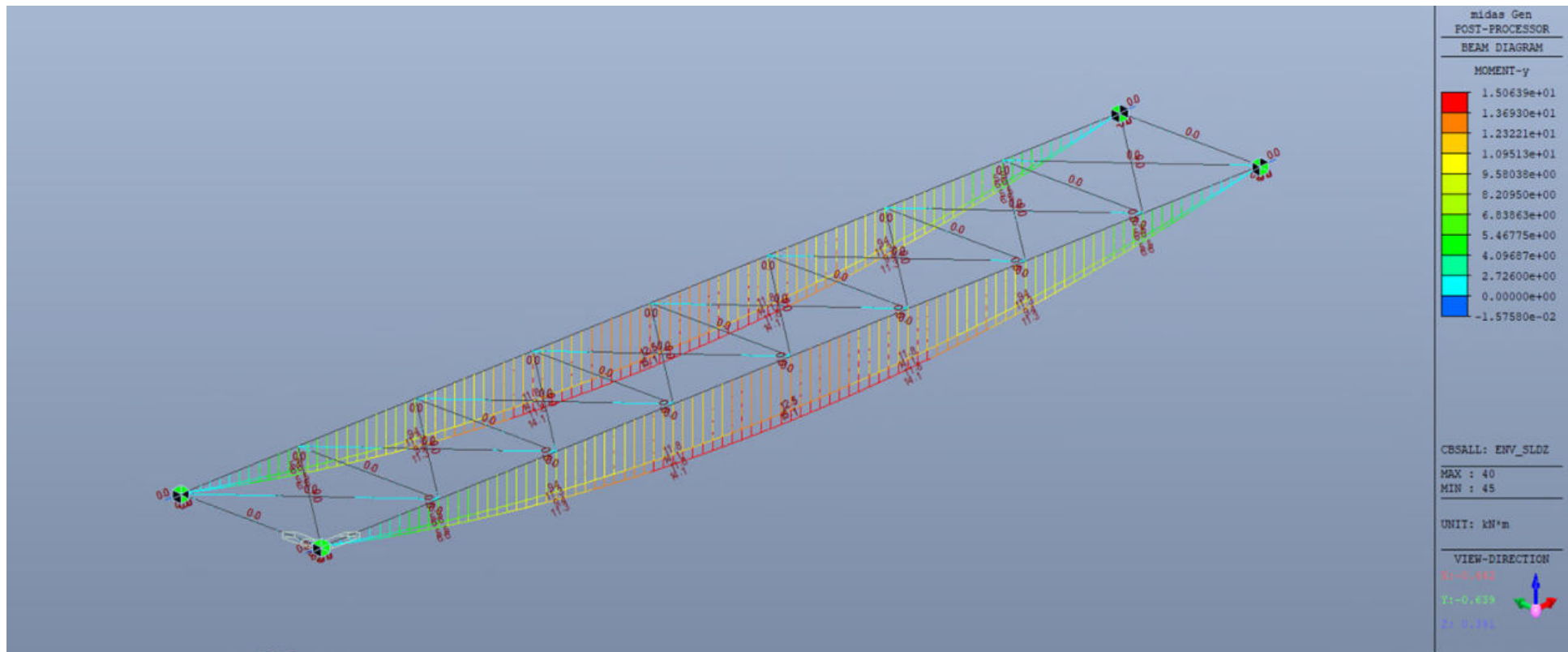


Figure 25 SLDZ Involuppo Momento flettente verticale

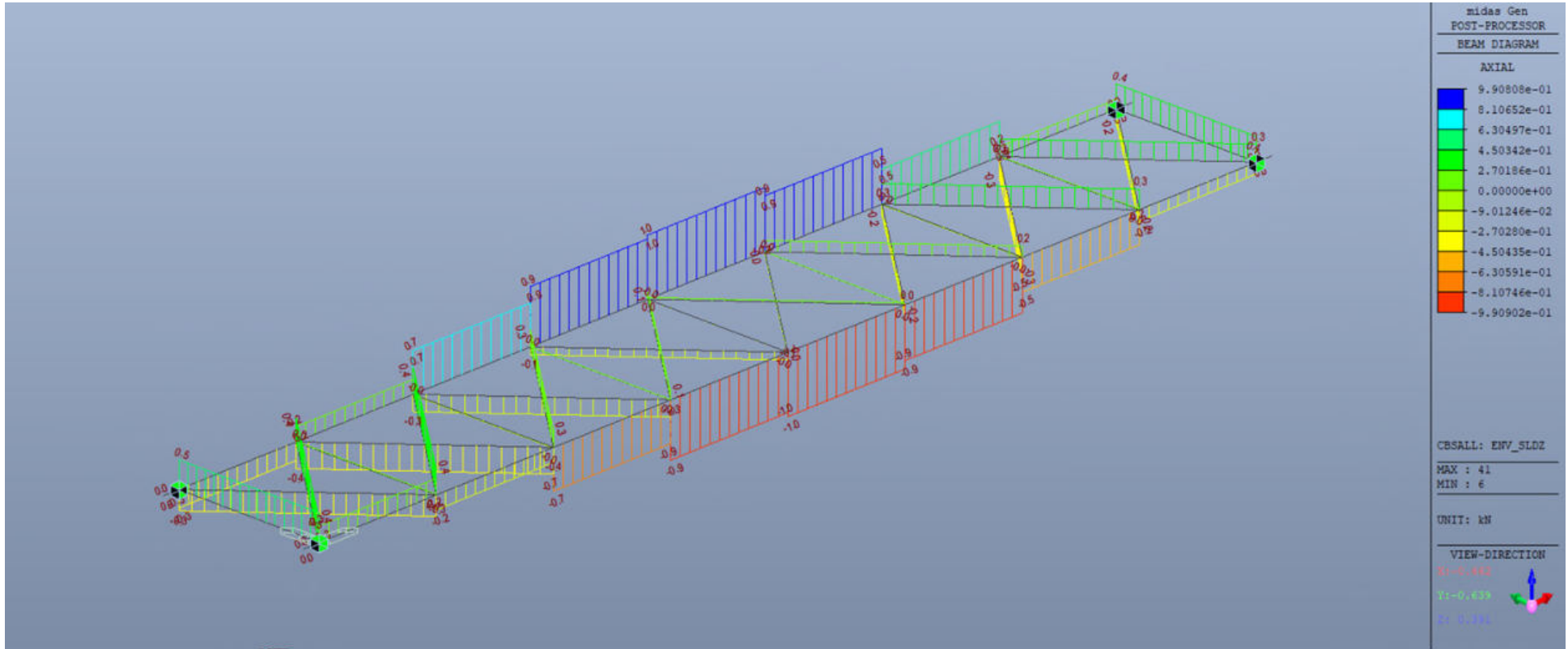


Figure 26 SLDZ Involuppo Sforzo Normale

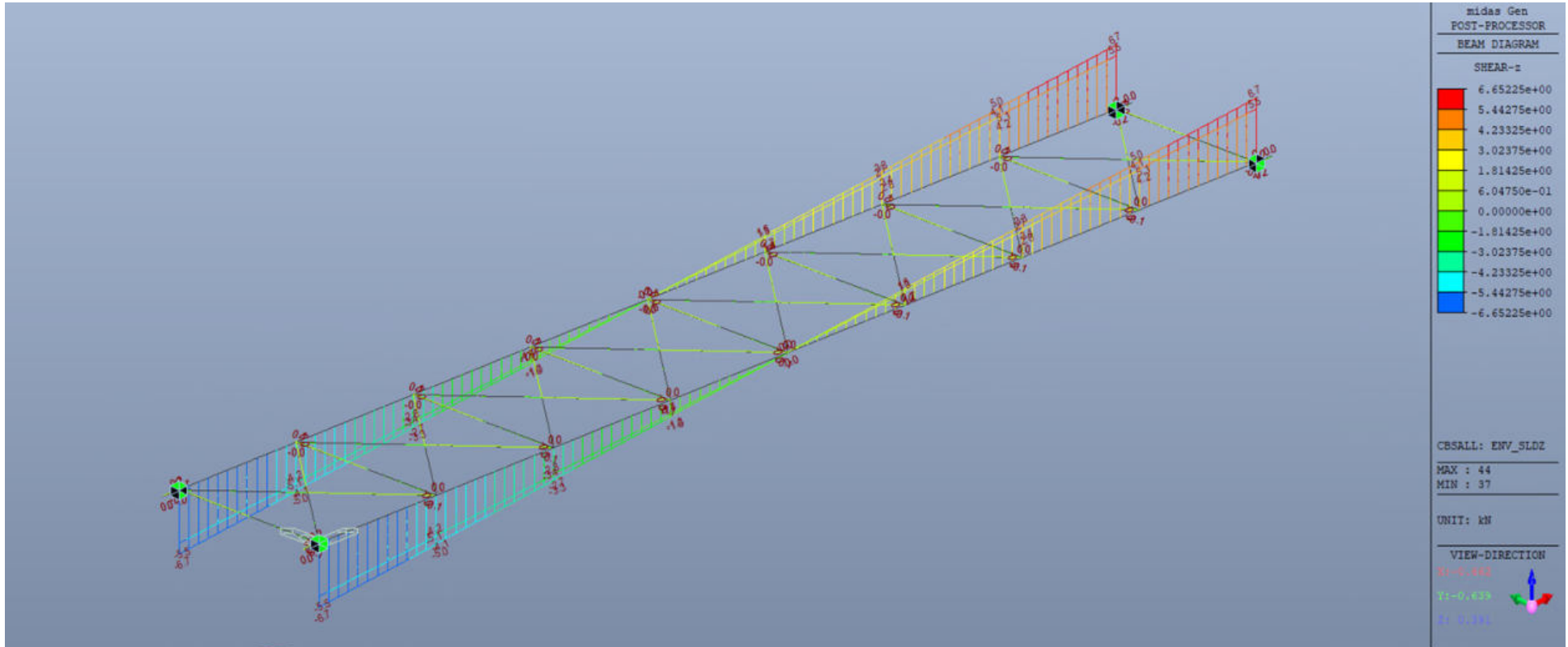


Figure 27 SLDZ Involuppo Taglio verticale

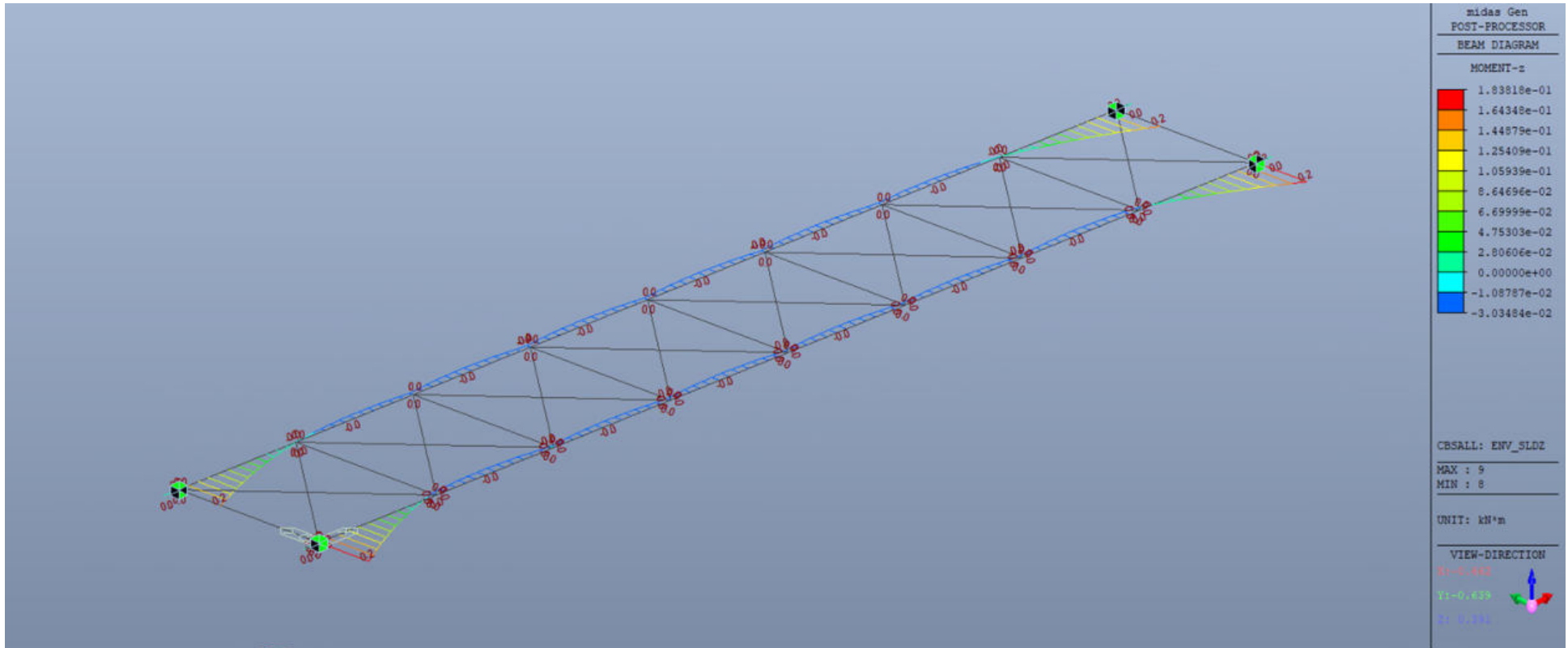


Figure 28 SLDZ Involuppo Momento flettente orizzontale

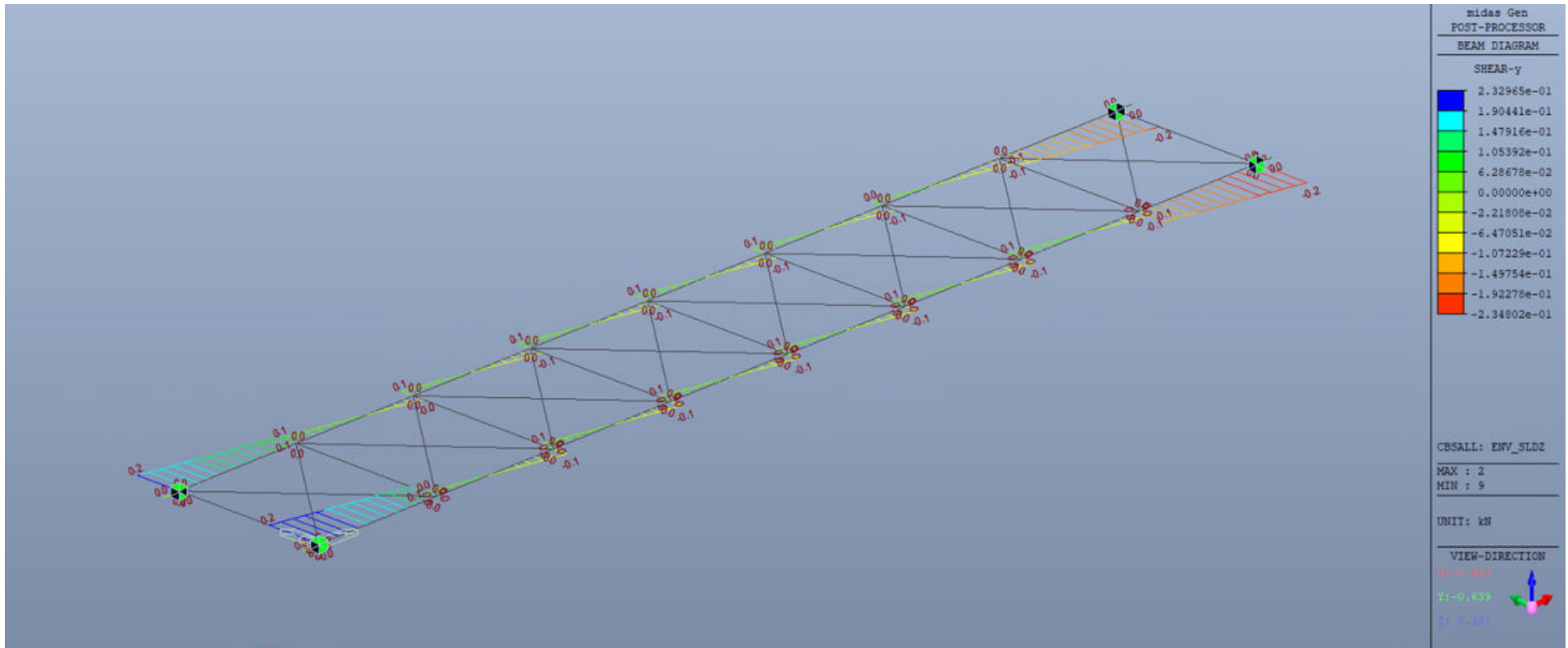


Figure 29 SLDZ Inviluppo Taglio orizzontale

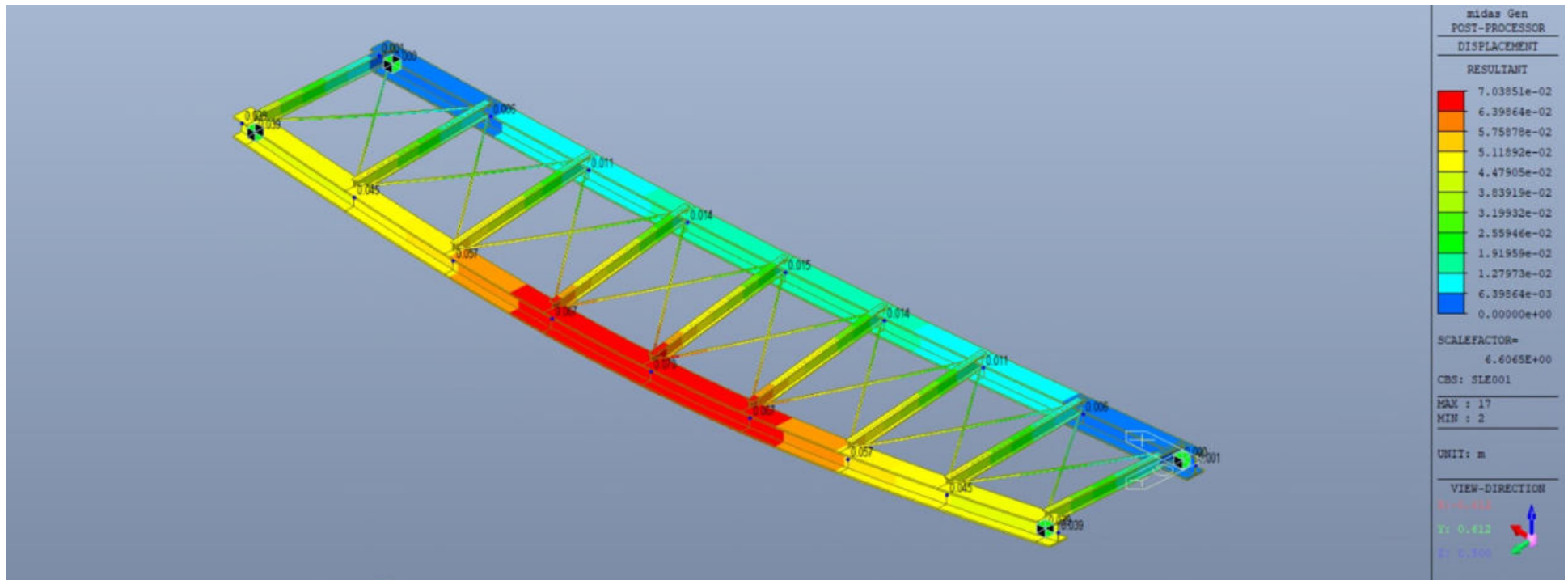


Figura 30 SLE Rara Deformata della struttura

Stato tensionale nella struttura

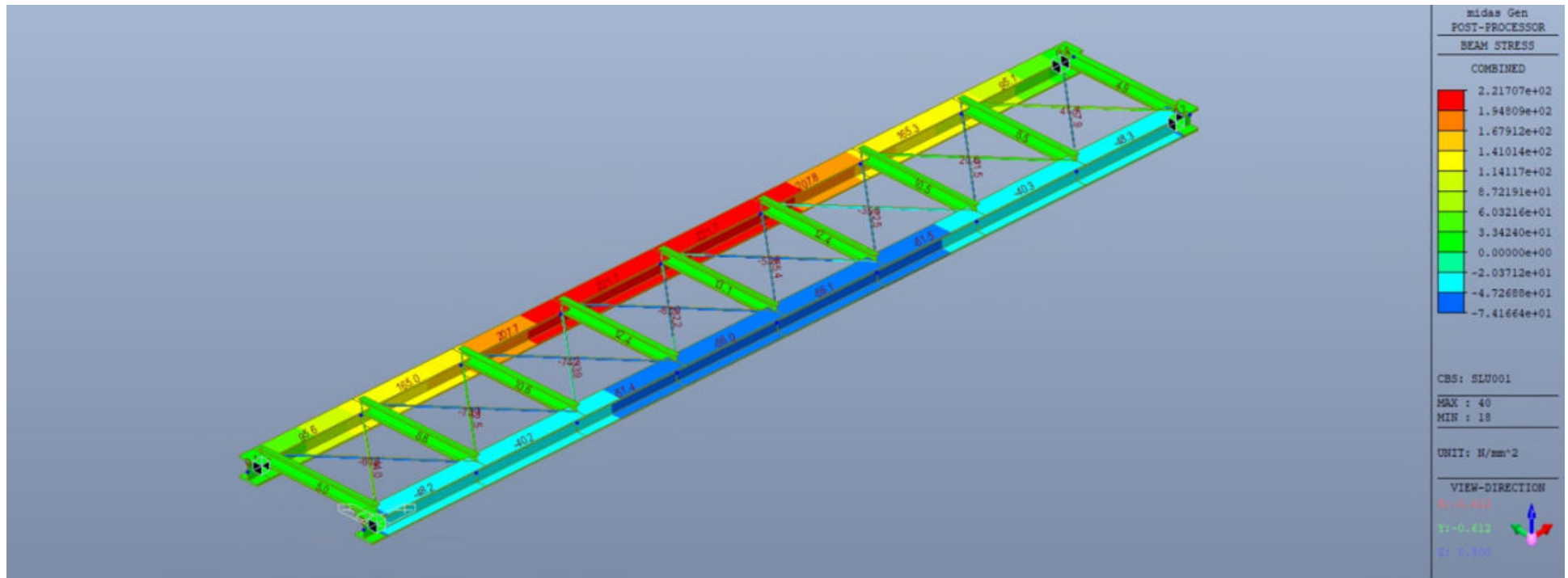


Figure 2 SLU Stato tensionale

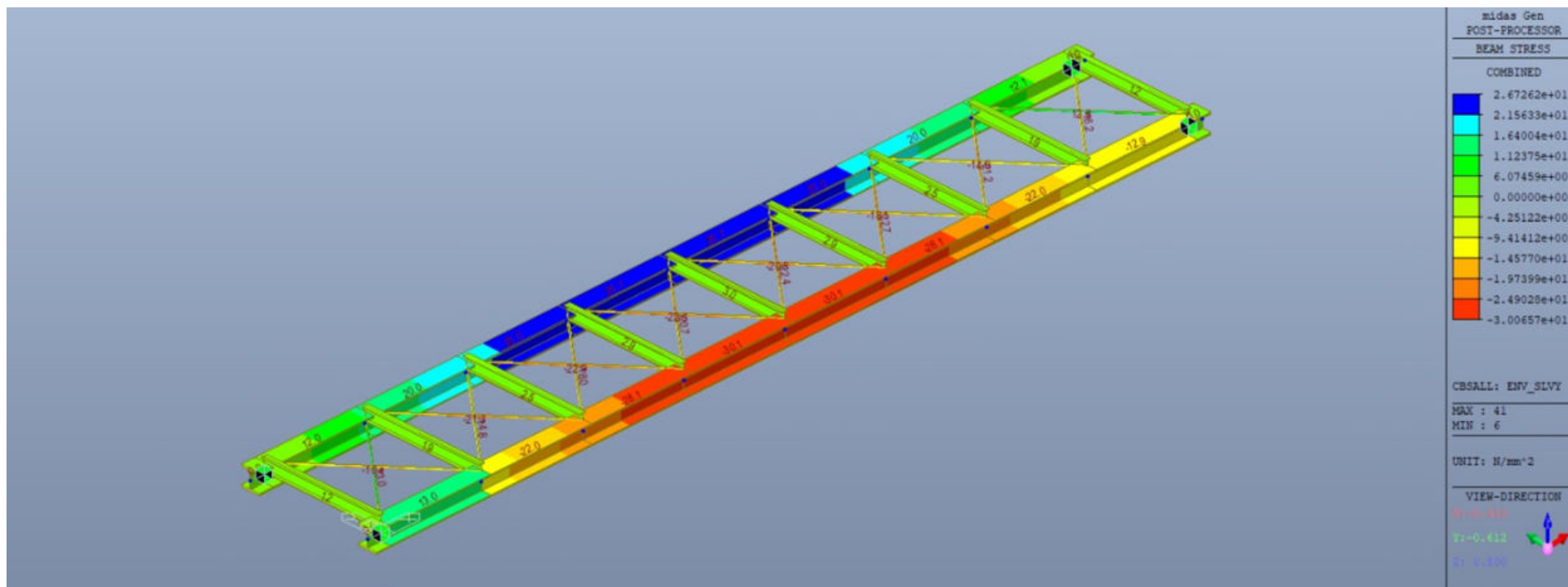


Figure 3 SLVY Inviluppo Stato tensionale

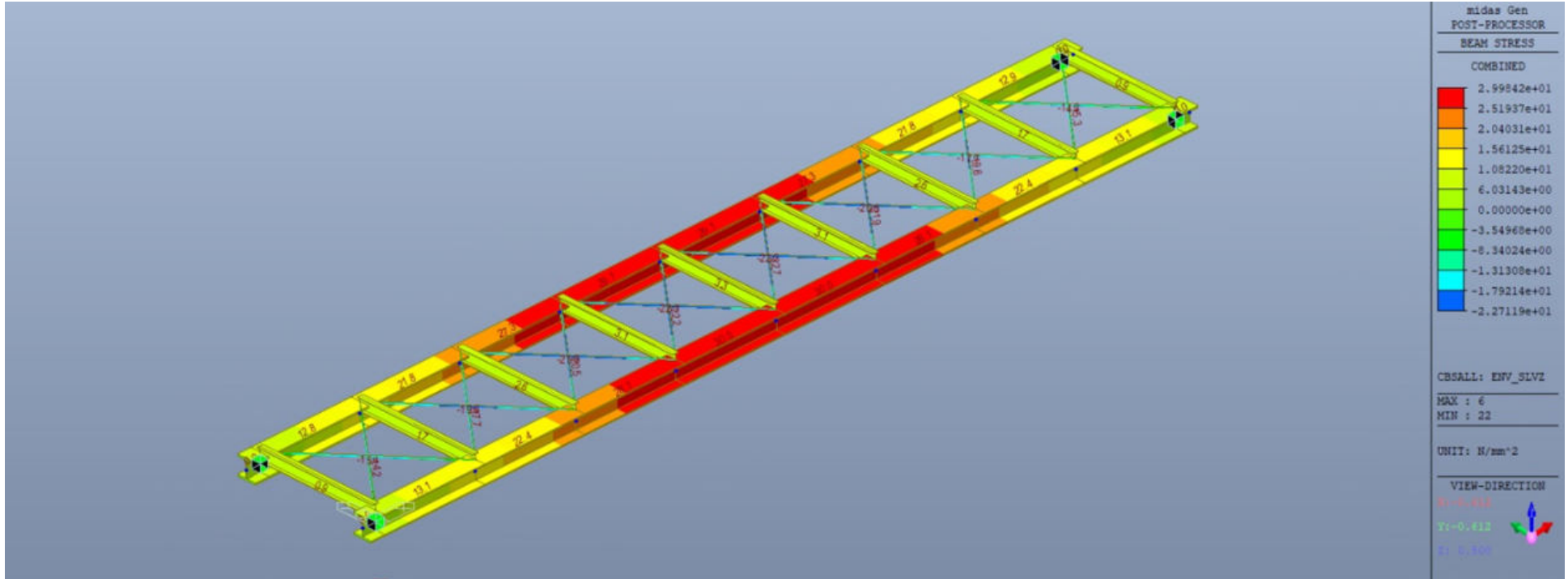


Figure 4 SLVZ Inviluppo Stato tensionale

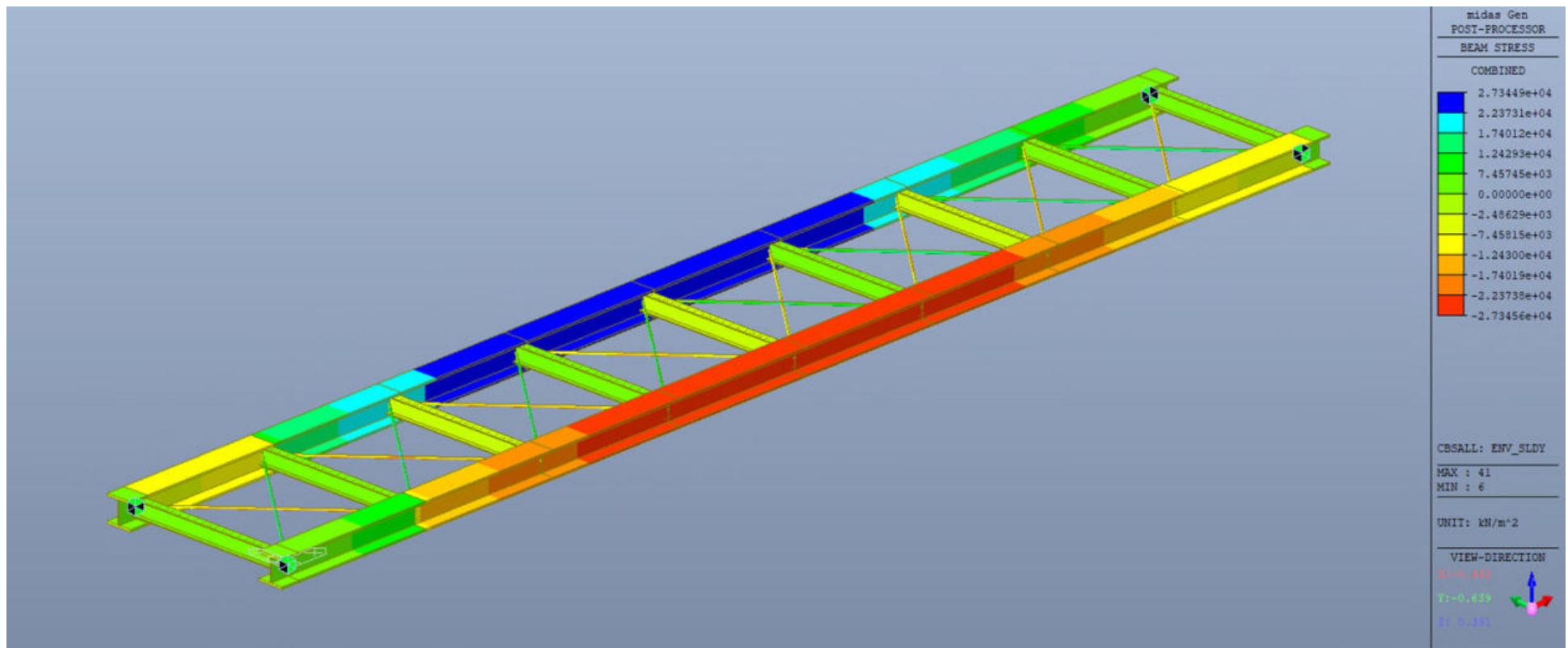


Figure 4 SLDY Inviluppo Stato tensionale

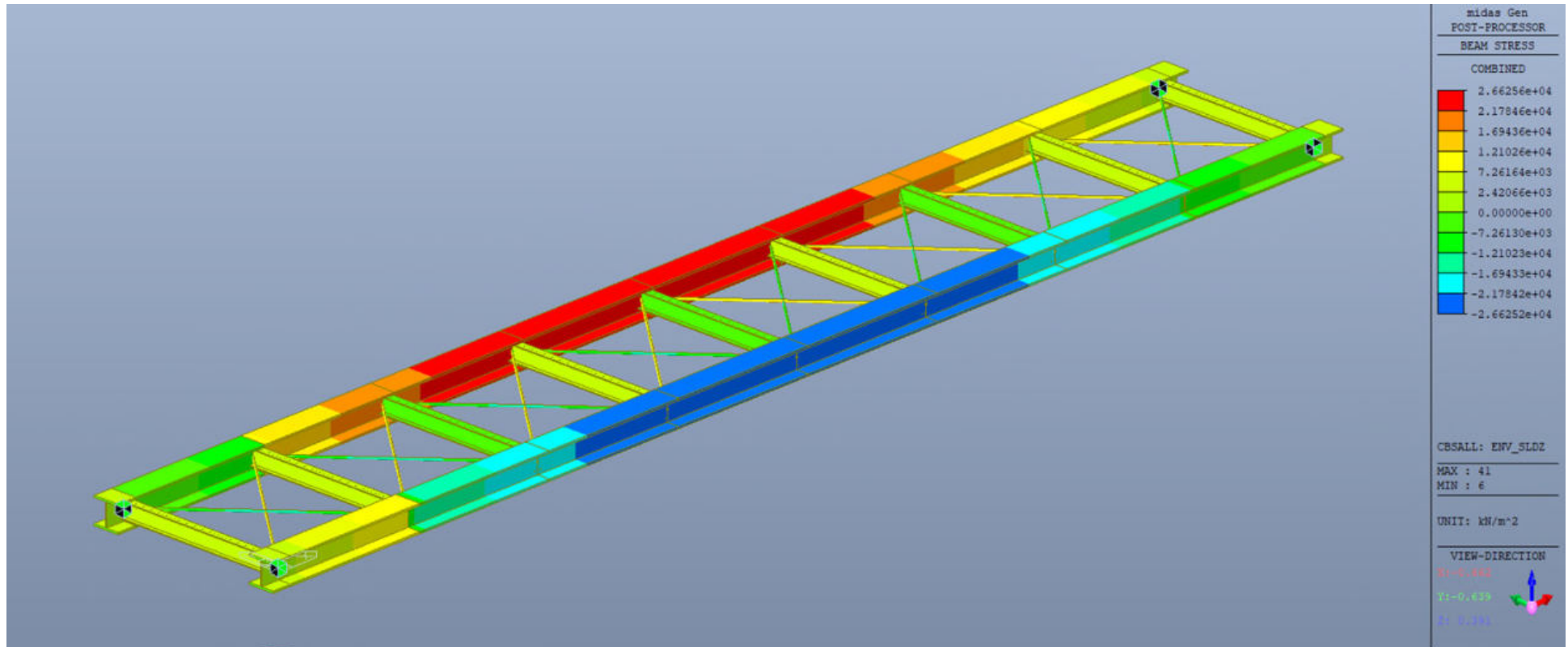



Figure 5 SLDZ Inviluppo Stato tensionale

Verifica delle sezioni

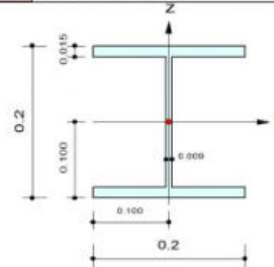
midas Gen

Steel Checking Result

| | | | |
|---|----------------|----------------------|--|
|  | Company | Project Title | |
| | Author | File Name | |
| | Roberto | Passerella.mgb | |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 1
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name HEB200 (No:1)
 (Rolled : HEB200).
 Member Length : 9.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = -20.605 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 24.2540, Mz = -1.9714
 End Moments Myi = 24.2540, Myj = 22.8523 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = -1.9714, Mzj = -1.9358 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 1.18336 (LCB: 1, POS:1/2)
 Fzz = 5.12681 (LCB: 1, POS:3/4)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.20000 | Web Thick | 0.00900 |
| Top F Width | 0.20000 | Top F Thick | 0.01500 |
| Bot.F Width | 0.20000 | Bot.F Thick | 0.01500 |
| Area | 0.00781 | Asz | 0.00180 |
| Qyb | 0.03445 | Qzb | 0.00500 |
| Iyy | 0.00006 | Izz | 0.00002 |
| Ybar | 0.10000 | Zbar | 0.10000 |
| Wely | 0.00057 | Welz | 0.00020 |
| ry | 0.08540 | rz | 0.05070 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 9.30000, Lz = 1.12500, Lb = 1.12500
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio

$L/r = 108.9 < 200.0$ (LCB: 1)..... O.K

Axial Resistance

$N_{Ed}/\text{MIN}[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 20.60/1835.35 = 0.011 < 1.000$ O.K

Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 24.254/150.870 = 0.161 < 1.000$ O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 1.9714/71.3090 = 0.028 < 1.000$ O.K

Combined Resistance

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

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

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

$R_{c.LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{b.LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i.LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{c.LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{b.LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i.LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{Edz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{max} = \text{MAX}[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM}), \text{MAX}(R_{c.LT1} + R_{b.LT1}, R_{c.LT2} + R_{b.LT2})] = 0.200 < 1.000$.. O.K

Shear Resistance

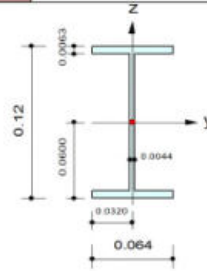
$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.001 < 1.000$ O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.015 < 1.000$ O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 11
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 5.92611 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors CmY = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.01

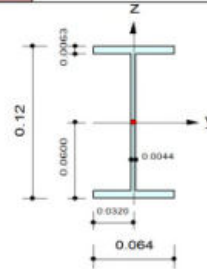
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_{Ed}/N_{t,Rd} = 5.926/310.200 = 0.019 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R.MNRd = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]
 R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R.byM = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}
 Rmax = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM)] = 0.021 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.000 < 1.000 O.K
 V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 14
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 10.6037 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.02

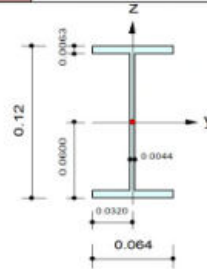
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 $L/r = 88.5 < 200.0$ (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 $N_{Ed}/N_{tRd} = 10.604/310.200 = 0.034 < 1.000$ O.K
 Bending Resistance
 $M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000$ O.K
 $M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000$ O.K
 Combined Resistance
 $R_{MNRd} = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{nyRd}, M_{Edz}/M_{nzRd}]$
 $R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/M_{yRd} + M_{Edz}/M_{zRd}$
 $R_{max} = \text{MAX}[R_{MNRd}, (R_{byN} + R_{byM})] = 0.036 < 1.000$ O.K
 Shear Resistance
 $V_{Edy}/V_{yRd} = 0.000 < 1.000$ O.K
 $V_{Edz}/V_{zRd} = 0.001 < 1.000$ O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 17
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 13.2296 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors CmY = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.02

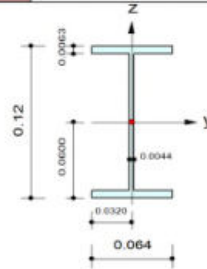
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_{Ed}/N_{tRd} = 13.230/310.200 = 0.043 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R.MNRd = MAX[M_{Edy}/M_{nyRd}, M_{Edz}/M_{nzRd}]
 R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_M0), R.byM = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}
 Rmax = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM)] = 0.045 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.000 < 1.000 O.K
 V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 20
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 15.6571 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors CmY = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.03

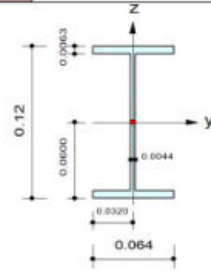
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_{Ed}/N_{t,Rd} = 15.657/310.200 = 0.050 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R_{MNRd} = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]
 R_{byN} = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}
 R_{max} = MAX[R_{MNRd}, (R_{byN}+R_{byM})] = 0.053 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.000 < 1.000 O.K
 V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 23
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 16.5472 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)


| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.03

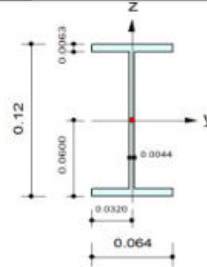
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_Ed/Nt_Rd = 16.547/310.200 = 0.053 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_Edy/M_Rdy = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_Edz/M_Rdz = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
 R.byN = N_Ed/(A*fy/Gamma_M0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
 Rmax = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM)] = 0.055 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 O.K
 V_Edz/Vz_Rd = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 26
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 15.6490 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.03

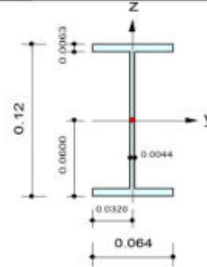
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_{Ed}/N_{t,Rd} = 15.649/310.200 = 0.050 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R_{MNRd} = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]
 R_{byN} = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}
 R_{max} = MAX[R_{MNRd}, (R_{byN}+R_{byM})] = 0.052 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.000 < 1.000 O.K
 V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 29
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 13.1996 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)


| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.02

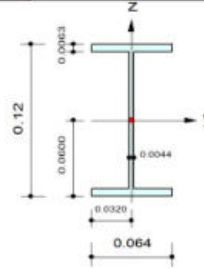
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_{Ed}/N_{t,Rd} = 13.200/310.200 = 0.043 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R.MNRd = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]
 R.byN = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_M0), R.byM = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}
 Rmax = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM)] = 0.045 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_{Edy}/Vy_{Rd} = 0.000 < 1.000 O.K
 V_{Edz}/Vz_{Rd} = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 32
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 10.4950 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.02

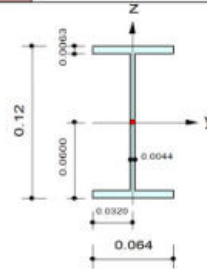
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_{Ed}/N_{t,Rd} = 10.495/310.200 = 0.034 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_{Edy}/M_{Rdy} = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R_{MNRd} = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]
 R_{byN} = N_{Ed}/(A*fy/Gamma_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/My_{Rd} + M_{Edz}/Mz_{Rd}
 R_{max} = MAX[R_{MNRd}, (R_{byN}+R_{byM})] = 0.036 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000 O.K
 V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 35
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name IPE120 (No:2)
 (Rolled : IPE120).
 Member Length : 1.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 5.80703 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 0.02898, Mz = 0.00000
 End Moments Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00000 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = 0.00000 (LCB: 6, POS:1/2)
 Fzz = 0.08917 (LCB: 1, POS:J)


| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.12000 | Web Thick | 0.00440 |
| Top F Width | 0.06400 | Top F Thick | 0.00630 |
| Bot.F Width | 0.06400 | Bot.F Thick | 0.00630 |
| Area | 0.00132 | Asz | 0.00053 |
| Qyb | 0.00665 | Qzb | 0.00051 |
| Iyy | 0.00000 | Izz | 0.00000 |
| Ybar | 0.03200 | Zbar | 0.06000 |
| Wely | 0.00005 | Welz | 0.00001 |
| ry | 0.04894 | rz | 0.01469 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.30000, Lz = 1.30000, Lb = 1.30000
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.01

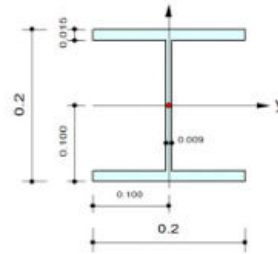
4. Checking Result

Slenderness Ratio
 L/r = 88.5 < 200.0 (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 N_Ed/Nt_Rd = 5.807/310.200 = 0.019 < 1.000 O.K
 Bending Resistance
 M_Edy/M_Rdy = 0.0290/14.2880 = 0.002 < 1.000 O.K
 M_Edz/M_Rdz = 0.00000/3.15422 = 0.000 < 1.000 O.K
 Combined Resistance
 R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
 R.byN = N_Ed/(A*fy/Gamma_M0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
 Rmax = MAX[R.MNRd, (R.byN+R.byM)] = 0.021 < 1.000 O.K
 Shear Resistance
 V_Edy/Vy_Rd = 0.000 < 1.000 O.K
 V_Edz/Vz_Rd = 0.001 < 1.000 O.K

| | | | | |
|---|---------|---------|---------------|----------------|
|  | Company | | Project Title | |
| | Author | Roberto | File Name | Passerella.mgb |

1. Design Information

Design Code Eurocode3:05
 Unit System kN, m
 Member No 36
 Material S235 (No:1)
 (Fy = 235000, Es = 210000000)
 Section Name HEB200 (No:1)
 (Rolled : HEB200).
 Member Length : 9.30000



2. Member Forces

Axial Force Fxx = 34.7768 (LCB: 1, POS:1/2)
 Bending Moments My = 118.661, Mz = 1.81324
 End Moments Myi = 118.661, Myj = 111.053 (for Lb)
 Myi = 0.00000, Myj = 0.00000 (for Ly)
 Mzi = 1.81324, Mzj = 1.65828 (for Lz)
 Shear Forces Fyy = -2.4267 (LCB: 1, POS:1/4)
 Fzz = -28.144 (LCB: 1, POS:1/4)

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Depth | 0.20000 | Web Thick | 0.00900 |
| Top F Width | 0.20000 | Top F Thick | 0.01500 |
| Bot.F Width | 0.20000 | Bot.F Thick | 0.01500 |
| Area | 0.00781 | Asz | 0.00180 |
| Qyb | 0.03445 | Qzb | 0.00500 |
| Iyy | 0.00006 | Izz | 0.00002 |
| Ybar | 0.10000 | Zbar | 0.10000 |
| Wely | 0.00057 | Welz | 0.00020 |
| ry | 0.08540 | rz | 0.05070 |

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 9.30000, Lz = 1.12500, Lb = 1.12500
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

4. Checking Result

Slenderness Ratio
 $L/r = 108.9 < 200.0$ (LCB: 1)..... O.K
 Axial Resistance
 $N_{Ed}/N_{tRd} = 34.78/1835.35 = 0.019 < 1.000$ O.K
 Bending Resistance
 $M_{Edy}/M_{Rdy} = 118.661/150.870 = 0.787 < 1.000$ O.K
 $M_{Edz}/M_{Rdz} = 1.8132/71.3090 = 0.025 < 1.000$ O.K
 Combined Resistance
 $R_{MNRd} = \text{MAX}[M_{Edy}/M_{ny_Rd}, M_{Edz}/M_{nz_Rd}]$
 $R_{BiM} = (M_{Edy}/M_{ny_Rd})^{\text{Alpha}} + (M_{Edz}/M_{nz_Rd})^{\text{Beta}}$
 $R_{byN} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \text{Gamma}_{M0}), R_{byM} = M_{Edy}/M_{y_Rd} + M_{Edz}/M_{z_Rd}$
 $R_{\text{max}} = \text{MAX}[R_{MNRd}, R_{BiM}, (R_{byN} + R_{byM})] = 0.831 < 1.000$ O.K
 Shear Resistance
 $V_{Edy}/V_{y_Rd} = 0.003 < 1.000$ O.K
 $V_{Edz}/V_{z_Rd} = 0.083 < 1.000$ O.K

5.2 Verifica di resistenza

Si riporta di seguito per esteso la verifica di resistenza di dettaglio degli elementi strutturali.

```
-----
midas Gen - Steel Code Checking [ Eurocode3:05 ]                               Gen 2023
=====

+=====+
| MIDAS(Modeling, Integrated Design & Analysis Software) |
| midas Gen - Design & checking system for windows      |
+=====+
| Steel Member Applicable Code Checking                |
| Based On Eurocode3:05, Eurocode3, AISC (15th)-LRFD16, |
|            AISC (15th)-ASD16, AISC (14th)-LRFD10,    |
|            AISC (14th)-ASD10, AISC (13th)-LRFD05,    |
|            AISC (13th)-ASD05, AISC-LRFD2K, AISC-LRFD93, |
|            AISC-ASD89, CSA-S16-01, BS5950-90,       |
|            NSCP 2015(LRFD), NSCP 2015(ASD)         |
|                                                      |
|                                                      |
|                                                      |
|                                                    (c) SINCE 1989 |
+=====+
| MIDAS Information Technology Co.,Ltd.      (MIDAS IT) |
| MIDAS IT Design Development Team          |
+=====+
|                                     HomePage : www.MidasUser.com |
+=====+
| Gen 2023                               |
+=====+
```

*. DEFINITION OF LOAD COMBINATIONS WITH SCALING UP FACTORS.

| LCB | C | Loadcase Name(Factor) + | Loadcase Name(Factor) + | Loadcase Name(Factor) |
|-----|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | 1 | G1(1.350) + | G2(1.500) + | Q_Vento(0.900) |
| | | Q_Folla(1.350) | | |
| 3 | 1 | G1(1.000) + | G2(1.000) + | EY(1.000) |
| | | EZ(0.300) | | |
| 4 | 1 | G1(1.000) + | G2(1.000) + | EY(1.000) |
| | | EZ(-0.300) | | |
| 5 | 1 | G1(1.000) + | G2(1.000) + | EY(0.300) |
| | | EZ(1.000) | | |
| 6 | 1 | G1(1.000) + | G2(1.000) + | EY(0.300) |
| | | EZ(-1.000) | | |

```

=====
*. PROJECT      :
*. MEMBER NO   =      1, ELEMENT TYPE = Beam
*. LOADCOMB NO =      1, MATERIAL NO  =      1, SECTION NO =      1
*. UNIT SYSTEM : kN, m

*. SECTION PROPERTIES : Designation = HEB200
Shape      = I - Section. (Rolled)
Depth     =      0.200, Top F Width =      0.200, Bot.F Width =      0.200
Web Thick =      0.009, Top F Thick =      0.015, Bot.F Thick =      0.015

Area = 7.81000e-03, Avy = 6.28000e-03, Avz = 2.48500e-03
Ybar = 1.00000e-01, Zbar = 1.00000e-01, Qyb = 3.44458e-02, Qzb = 5.00000e-03
Wely = 5.70000e-04, Welz = 2.00000e-04, Wply = 6.42000e-04, Wplz = 3.03443e-04
Iyy = 5.70000e-05, Izz = 2.00000e-05, Iyz = 0.00000e+00
iy  = 8.54000e-02, iz  = 5.07000e-02
J   = 4.94955e-07, Cwp = 1.71125e-07

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
Ly  = 9.30000e+00, Lz  = 1.12500e+00, Lb  = 1.12500e+00
Ky  = 1.00000e+00, Kz  = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :
Fy  = 2.35000e+05, Es  = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
Axial Force      Fxx =-2.06046e+01
Shear Forces     Fyy = 1.18336e+00, Fzz = 9.33061e-02
Bending Moments   My  = 2.42540e+01, Mz =-1.97137e+00
End Moments       Myi = 2.42540e+01, Myj = 2.28523e+01 (for Lb)
                Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                Mzi =-1.97137e+00, Mzj =-1.93578e+00 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.
- Stress : Compression positive.
- Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of compression outstand flanges.
[ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5 ]
-. e      = SQRT( 235/fy ) =      1.00
-. b/t    = BTR =      5.17
-. sigma1 =  46913.736 KPa.
-. sigma2 =  41878.802 KPa.
-. BTR < 9*e ( Class 1 : Plastic ).

```

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).

- (). Determine classification of compression outstand flanges.
[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5]
- . e = $\text{SQRT}(235/f_y)$ = 1.00
 - . b/t = BTR = 5.17
 - . sigma1 = 38955.291 KPa.
 - . sigma2 = 33920.357 KPa.
 - . BTR < 9*e (Class 1 : Plastic).

[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

- (). Determine classification of tension outstand flanges.
- . Not Checking the Section Classification.

[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).

- (). Determine classification of tension outstand flanges.
- . Not Checking the Section Classification.

[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).

- (). Determine classification of bending and compression Internal Parts.
[Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5]
- . e = $\text{SQRT}(235/f_y)$ = 1.00
 - . d/t = HTR = 14.89
 - . sigma1 = 27950.036 KPa.
 - . sigma2 = -22673.580 KPa.
 - . Psi = $[2*(N_{sd}/A)*(1/f_y)]-1$ = -0.978
 - . Alpha = 0.536 > 0.5
 - . HTR < $396*e/(13*Alpha-1)$ (Class 1 : Plastic).

[[[*]]] APPLIED FACTORS.

- (). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy, Cmz, CmLT).
[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
- . Cmy,0 = 0.997
 - . Cmz,0 = 0.999
 - . Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
 - . Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000

```

-. Ncrz      =      32752.46 kN.
-. NcrT      =      32464.19 kN.
-. CmLT      = max [ CmY^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1 ] = 1.000

```

```

( ). Partial Factors (Gamma_Mi).
[ Eurocode3:05 6.1 ]
-. Gamma_M0 = 1.00
-. Gamma_M1 = 1.00
-. Gamma_M2 = 1.25

```

```

[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.

```

```

( ). Check slenderness ratio of axial compression member (Kl/i).
-. Kl/i = 108.9 < 200.0 ---> O.K.

```

```

( ). Calculate axial compressive resistance (Nc_Rd).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.4 ]
-. Nc_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 1835.35 kN.

```

```

( ). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nc_Rd).
      N_Ed      20.60
-. ----- = ----- = 0.011 < 1.000 ---> O.K.
      Nc_Rd      1835.35

```

```

( ). Calculate buckling resistance of compression member (Nb_Rdy, Nb_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.3.1.1, 6.3.1.2 ]
-. Beta_A = Aeff / Area = 1.000
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
-. Lambda_by = {(Ky*Ly/iy)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 1.160
-. Ncry = Pi^2*Es*Iyy / (Ky*Ly)^2 = 1365.93 kN.
-. Lambda_by < 0.2 or N_Ed/Ncry < 0.04 --> No need to check.

-. Lambda_bz = {(Kz*Lz/iz)/Lambda1} * SQRT(Beta_A) = 0.236
-. Ncrz = Pi^2*Es*Izz / (Kz*Lz)^2 = 32752.46 kN.
-. Lambda_bz < 0.2 or N_Ed/Ncrz < 0.04 --> No need to check.

```

```

[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.

```

```

( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0180 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0063 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0018 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0025 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] = 0.0025 m^2.

```

```

( ). Calculate plastic shear resistance in local-y direction (Vpl_Rdy).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdy = [ Avy*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 =      852.05 kN.

( ). Check ratio of shear resistance (V_Edy/Vpl_Rdy).
( LCB = 1, POS = 1/2 )
-. Applied shear force : V_Edy =      1.18 kN.
  V_Edy = 1.18
-. ----- = ----- = 0.001 < 1.000 ----> O.K.
  Vpl_Rdy      852.05

( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 =      337.16 kN.

( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR < 72*e/Eta ----> No need to check!

( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
( LCB = 1, POS = 3/4 )
-. Applied shear force : V_Edz =      5.13 kN.
  V_Edz = 5.13
-. ----- = ----- = 0.015 < 1.000 ----> O.K.
  Vpl_Rdz      337.16

```

```

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wply = 0.0006 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 =      150.87 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
  M_Edy = 24.25
-. ----- = ----- = 0.161 < 1.000 ----> O.K.
  Mc_Rdy      150.87

```

```

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wplz = 0.0003 m^3.
-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 =      71.31 kN-m.

```



```

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
      M_Edz      1.97
  -. ----- = ----- = 0.028 < 1.000 ---> O.K.
      Mc_Rdz      71.31

```

```

[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.

```

```

( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
  [ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]
  -. Por = 0.300
  -. Gs = Es / [ 2*(1+Por) ] = 80769230.769 KPa.
  -. Ncr = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 32752.46 kN.
  -. psi = 0.000
  -. C1 = 1.132
  -. Mcr = C1 * Ncr * SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr ] = 3665.98 kN-m.

  -. Lambda_LT_bar = SQRT [ Wply*fy / Mcr ] = 0.203
  -. Lambda_LT_bar0 = 0.400

  -. Lambda_LT_bar = 0.203 < Lambda_LT_bar0 = 0.400
  -. M_Ed/Mcr = 0.007 < Lambda_LT_bar0^2 = 0.160
  If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
  No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.

```

```

( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
  [ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
  -. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
  -. My_Rd = Mc_Rdy = 150.87 kN-m.

( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
  [ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
  -. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
  -. Mz_Rd = Mc_Rdz = 71.31 kN-m.

( ). Check general interaction ratio.
  [ Eurocode3:05 6.2.1 (6.2) ] - Class1 or Class2
      N_Ed      M_Edy      M_Edz
  -. Rmax1 = ----- + ----- + -----
      N_Rd      My_Rd      Mz_Rd
      = 0.200 < 1.000 ---> O.K.

```

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.

[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2

-. n = N_{Ed} / N_{pl_Rd} = 0.011

-. a = $\text{MIN}[(\text{Area}-2b*tf)/\text{Area}, 0.5]$ = 0.232

-. Alpha = 2.000

-. Beta = $\text{MAX}[5*n, 1.0]$ = 1.000

-. $N_{Ed} < 0.25*N_{pl_Rd}$ = 458.84 kN.

-. $N_{Ed} < 0.5*hw*tw*fy/\text{Gamma}_{M0}$ = 179.77 kN.

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

-. $M_{ny_Rd} = M_{ply_Rd}$ = 150.87 kN-m.

-. $R_{maxy} = M_{Edy} / M_{ny_Rd}$ = 0.161 < 1.000 ---> O.K.

-. $N_{Ed} < hw*tw*fy/\text{Gamma}_{M0}$ = 599.25 kN.

Therefore, No allowance for the effect of axial force.

-. $M_{nz_Rd} = M_{plz_Rd}$ = 71.31 kN-m.

-. $R_{maxz} = M_{Edz} / M_{nz_Rd}$ = 0.028 < 1.000 ---> O.K.

-. $R_{max2} = \left[\left| \frac{M_{Edy}}{M_{ny_Rd}} \right|^{\text{Alpha}} + \left| \frac{M_{Edz}}{M_{nz_Rd}} \right|^{\text{Beta}} \right]^{1/2}$
 = 0.053 < 1.000 ---> O.K.

(). Check interaction ratio of bending and axial compression member.

[Eurocode3:05 6.3.1, 6.2.9.3 (6.61, 6.62), Annex A]

-. N_{Ed} = -20.60 kN.

-. M_{Edy} = 24.25 kN-m.

-. M_{Edz} = -1.97 kN-m.

-. k_{yy} = 1.018

-. k_{yz} = 0.700

-. k_{zy} = 0.535

-. k_{zz} = 1.404

-. X_{iy} = 1.000

-. X_{iz} = 1.000

-. X_{iLT} = 1.000

-. $N_{Rk} = A*fy$ = 1835.35 kN.

-. $M_{y_Rk} = W_{ply}*fy$ = 150.87 kN-m.

-. $M_{z_Rk} = W_{plz}*fy$ = 71.31 kN-m.

-. $N_{Ed}*e_{Ny} = 0.0$ (Not Slender)

-. $N_{Ed}*e_{Nz} = 0.0$ (Not Slender)

-. $R_{max_LT1} = \frac{N_{Ed}}{X_{iy}*N_{Rk}/\text{Gamma}_{M1}} + k_{yy} * \frac{M_{Edy} + N_{Ed}*e_{Ny}}{X_{iLT}*M_{y_Rk}/\text{Gamma}_{M1}} + k_{yz} * \frac{M_{Edz} + N_{Ed}*e_{Nz}}{M_{z_Rk}/\text{Gamma}_{M1}}$
 = 0.194 < 1.000 ---> O.K.

-. $R_{max_LT2} = \frac{N_{Ed}}{X_{iz}*N_{Rk}/\text{Gamma}_{M1}} + k_{zy} * \frac{M_{Edy} + N_{Ed}*e_{Ny}}{X_{iLT}*M_{y_Rk}/\text{Gamma}_{M1}} + k_{zz} * \frac{M_{Edz} + N_{Ed}*e_{Nz}}{M_{z_Rk}/\text{Gamma}_{M1}}$
 = 0.136 < 1.000 ---> O.K.

-. $R_{max} = \text{MAX}[\text{MAX}(R_{max1}, R_{max2}), \text{MAX}(R_{max_LT1}, R_{max_LT2})]$ = 0.200 < 1.000 --->

O.K.

```

=====
* . PROJECT      :
* . MEMBER NO   =      11, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO =      1, MATERIAL NO  =      1, SECTION NO =      2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
  Shape      = I - Section. (Rolled)
  Depth      =      0.120, Top F Width =      0.064, Bot.F Width =      0.064
  Web Thick  =      0.004, Top F Thick =      0.006, Bot.F Thick =      0.006

  Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
  Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
  Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
  Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
  iy  = 4.89389e-02, iz  = 1.46905e-02
  J   = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
  Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
  Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
  Axial Force   Fxx = 5.92611e+00
  Shear Forces  Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
  Bending Moments My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
  End Moments     Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
                Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

( ). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
[ Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2 ]
-. Cmy,0 = 1.000
-. Cmz,0 = 1.004
-. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Ncrz = 339.71 kN.
-. NcrT = 847.80 kN.
-. CmLT = max [ Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.008

( ). Partial Factors (Gamma_Mi).
[ Eurocode3:05 6.1 ]
-. Gamma_M0 = 1.00
-. Gamma_M1 = 1.00
-. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

(). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
-. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

(). Calculate parameters for combined resistance.
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
-. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```

(). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[Eurocode3:05 6.2.3]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 310.20 kN.

```

```

(). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
 N_Ed 5.93
-. ---- = ----- = 0.019 < 1.000 ---> O.K.
 Nt_Rd 310.20

```

```

=====[[*]] CHECK SHEAR RESISTANCE.=====[[*]]

```

```

(). Calculate shear area.
[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[Avz1, Avz2] = 0.0006 m^2.

```

```

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
-. Vpl_Rdz = [Avz*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 85.41 kN.

```

```

(). Shear Buckling Check.
[Eurocode3:05 6.2.6]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!

```

```

(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
(LCB = 1, POS = J)
-. Applied shear force : V_Edz = 0.09 kN.
 V_Edz 0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
 Vpl_Rdz 85.41

```

```

=====[[*]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.=====[[*]]

```

```

(). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 14.29 kN-m.

```

```

(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
 M_Edy 0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
 Mc_Rdy 14.29

```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wplz = 1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 3.15 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz = 0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz = 3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]
-. Por = 0.300
-. Gs = Es / [2*(1+Por)] =80769230.769 KPa.
-. Ncr = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 339.71 kN.
-. psi = 0.000
-. C1 = 1.132
-. Mcr = C1 * Ncr * SQRT [(Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr] = 31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [Wply*fy / Mcr] = 0.678
-. Lambda_LT_bar0 = 0.400

-. Lambda_LT_bar = 0.678 > Lambda_LT_bar0 = 0.400
-. M_Ed/Mcr = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 = 0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy = 14.29 kN-m.

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz = 3.15 kN-m.

```

```
(). Check general interaction ratio.
[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2
 N_Ed M_Edy M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
 N_Rd My_Rd Mz_Rd
 = 0.021 < 1.000 ----> O.K.

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2
-. n = N_Ed / Npl_Rd = 0.019
-. a = MIN[(Area-2b*tf)/Area, 0.5] = 0.389
-. Alpha = 2.000
-. Beta = MAX[5*n, 1.0] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 55.53 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd = 14.29 kN-m.
-. Rmaxy = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ----> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 159.01 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd = 3.15 kN-m.
-. Rmaxz = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax2 = MAX[Rmaxy, Rmaxz] = 0.002 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax = MAX[Rmax1, Rmax2] = 0.021 < 1.000 ----> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT :
* . MEMBER NO = 14, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO = 1, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
 Shape = I - Section. (Rolled)
 Depth = 0.120, Top F Width = 0.064, Bot.F Width = 0.064
 Web Thick = 0.004, Top F Thick = 0.006, Bot.F Thick = 0.006

 Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
 Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
 Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
 Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
 iy = 4.89389e-02, iz = 1.46905e-02
 J = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
 Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
 Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
 Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
 Axial Force Fxx = 1.06037e+01
 Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
 Bending Moments My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
 End Moments Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
 Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
 Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
 - Stress : Compression positive.
 - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```



```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

(). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
 [Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
 -. Cmy,0 = 1.000
 -. Cmz,0 = 1.008
 -. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
 -. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
 -. Ncrz = 339.71 kN.
 -. NcrT = 847.80 kN.
 -. CmLT = max [Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.018

(). Partial Factors (Gamma_Mi).
 [Eurocode3:05 6.1]
 -. Gamma_M0 = 1.00
 -. Gamma_M1 = 1.00
 -. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

( ). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
   -. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

( ). Calculate parameters for combined resistance.
   -. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
   -. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```
( ). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[ Eurocode3:05 6.2.3 ]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 =          310.20 kN.
```

```
( ). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
      N_Ed          10.60
-. ---- = ----- = 0.034 < 1.000 ---> O.K.
      Nt_Rd          310.20
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.  
=====
```

```
( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw =          0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw =          0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf =          0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] =          0.0006 m^2.
```

```
( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 =          85.41 kN.
```

```
( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
( LCB = 1, POS = J )
-. Applied shear force : V_Edz =          0.09 kN.
      V_Edz          0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
      Vpl_Rdz          85.41
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.  
=====
```

```
( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 =          14.29 kN-m.
```

```
( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
      M_Edy          0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
      Mc_Rdy          14.29
```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wplz      = 1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz    = Wplz * fy / Gamma_M0 = 3.15 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz      = 0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz      = 3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]
-. Por      = 0.300
-. Gs       = Es / [ 2*(1+Por) ] = 80769230.769 KPa.
-. Ncr      = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 339.71 kN.
-. psi      = 0.000
-. C1       = 1.132
-. Mcr      = C1 * Ncr * SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr ] = 31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [ Wply*fy / Mcr ] = 0.678
-. Lambda_LT_bar0 = 0.400

-. Lambda_LT_bar = 0.678 > Lambda_LT_bar0 = 0.400
-. M_Ed/Mcr      = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 = 0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy = 14.29 kN-m.

( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz = 3.15 kN-m.

```

```
( ). Check general interaction ratio.
[ Eurocode3:05 6.2.1 (6.2) ] - Class1 or Class2
      N_Ed      M_Edy      M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
          N_Rd      My_Rd      Mz_Rd
          = 0.036 < 1.000 ----> O.K.

( ). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[ Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41) ] - Class1 or Class2
-. n      = N_Ed / Npl_Rd      = 0.034
-. a      = MIN[ (Area-2b*tf)/Area, 0.5 ] = 0.389
-. Alpha  = 2.000
-. Beta   = MAX[ 5*n, 1.0 ] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd      =      77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 =      55.53 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd      =      14.29 kN-m.
-. Rmaxy  = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ----> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 =      159.01 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd      =      3.15 kN-m.
-. Rmaxz  = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax2  = MAX[ Rmaxy, Rmaxz ] = 0.002 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax   = MAX[ Rmax1, Rmax2 ] = 0.036 < 1.000 ----> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT      :
* . MEMBER NO   =      17, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO =      1, MATERIAL NO  =      1, SECTION NO =      2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
  Shape      = I - Section. (Rolled)
  Depth     =      0.120, Top F Width =      0.064, Bot.F Width =      0.064
  Web Thick =      0.004, Top F Thick =      0.006, Bot.F Thick =      0.006

  Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
  Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
  Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
  Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
  iy  = 4.89389e-02, iz  = 1.46905e-02
  J   = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
  Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
  Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
  Axial Force      Fxx = 1.32296e+01
  Shear Forces     Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
  Bending Moments   My  = 2.89789e-02, Mz  = 0.00000e+00
  End Moments       Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
                  Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                  Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```
=====  
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).  
=====
```

- ```
(). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.
```

```
=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====
```

- ```
( ). Determine classification of tension outstand flanges.  
-. Not Checking the Section Classification.
```

```
=====  
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).  
=====
```

- ```
(). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
-. Not Checking the Section Classification.
```

```
=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====
```

- ```
( ). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).  
[ Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2 ]  
-. Cmy,0 = 1.000  
-. Cmz,0 = 1.009  
-. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000  
-. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000  
-. Ncrz = 339.71 kN.  
-. NcrT = 847.80 kN.  
-. CmLT = max [ Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.024  
  
( ). Partial Factors (Gamma_Mi).  
[ Eurocode3:05 6.1 ]  
-. Gamma_M0 = 1.00  
-. Gamma_M1 = 1.00  
-. Gamma_M2 = 1.25
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.  
=====
```

- ```
(). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
-. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

(). Calculate parameters for combined resistance.
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
-. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942
```

```
(). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[Eurocode3:05 6.2.3]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 310.20 kN.
```

```
(). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
 N_Ed 13.23
-. ---- = ----- = 0.043 < 1.000 ---> O.K.
 Nt_Rd 310.20
```

```
=====
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
=====
```

```
(). Calculate shear area.
[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[Avz1, Avz2] = 0.0006 m^2.
```

```
(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
-. Vpl_Rdz = [Avz*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 85.41 kN.
```

```
(). Shear Buckling Check.
[Eurocode3:05 6.2.6]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
(LCB = 1, POS = J)
-. Applied shear force : V_Edz = 0.09 kN.
 V_Edz 0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
 Vpl_Rdz 85.41
```

```
=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
=====
```

```
(). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 14.29 kN-m.
```

```
(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
 M_Edy 0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
 Mc_Rdy 14.29
```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wplz = 1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 3.15 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz = 0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz = 3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]
-. Por = 0.300
-. Gs = Es / [2*(1+Por)] =80769230.769 KPa.
-. Ncr = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 339.71 kN.
-. psi = 0.000
-. C1 = 1.132
-. Mcr = C1 * Ncr * SQRT [(Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr] = 31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [Wply*fy / Mcr] = 0.678
-. Lambda_LT_bar0 = 0.400

-. Lambda_LT_bar = 0.678 > Lambda_LT_bar0 = 0.400
-. M_Ed/Mcr = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 = 0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy = 14.29 kN-m.

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz = 3.15 kN-m.

```



```
(). Check general interaction ratio.
[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2
 N_Ed M_Edy M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
 N_Rd My_Rd Mz_Rd
 = 0.045 < 1.000 ---> O.K.
```

```
(). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2
-. n = N_Ed / Npl_Rd = 0.043
-. a = MIN[(Area-2b*tf)/Area, 0.5] = 0.389
-. Alpha = 2.000
-. Beta = MAX[5*n, 1.0] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 55.53 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd = 14.29 kN-m.
-. Rmaxy = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 159.01 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd = 3.15 kN-m.
-. Rmaxz = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax2 = MAX[Rmaxy, Rmaxz] = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax = MAX[Rmax1, Rmax2] = 0.045 < 1.000 ---> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT :
* . MEMBER NO = 20, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO = 1, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
 Shape = I - Section. (Rolled)
 Depth = 0.120, Top F Width = 0.064, Bot.F Width = 0.064
 Web Thick = 0.004, Top F Thick = 0.006, Bot.F Thick = 0.006

 Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
 Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
 Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
 Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
 iy = 4.89389e-02, iz = 1.46905e-02
 J = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
 Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
 Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
 Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
 Axial Force Fxx = 1.56571e+01
 Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
 Bending Moments My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
 End Moments Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
 Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
 Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
 - Stress : Compression positive.
 - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

(). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
 [Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
 -. Cmy,0 = 1.000
 -. Cmz,0 = 1.011
 -. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
 -. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
 -. Ncrz = 339.71 kN.
 -. NcrT = 847.80 kN.
 -. CmLT = max [Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.029

(). Partial Factors (Gamma_Mi).
 [Eurocode3:05 6.1]
 -. Gamma_M0 = 1.00
 -. Gamma_M1 = 1.00
 -. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

( ). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
  -. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

( ). Calculate parameters for combined resistance.
  -. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
  -. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```
( ). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[ Eurocode3:05 6.2.3 ]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 =          310.20 kN.
```

```
( ). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
      N_Ed          15.66
-. ---- = ----- = 0.050 < 1.000 ---> O.K.
      Nt_Rd         310.20
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.  
=====
```

```
( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw =          0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw =          0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf =          0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] =          0.0006 m^2.
```

```
( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 =          85.41 kN.
```

```
( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
( LCB = 1, POS = J )
-. Applied shear force : V_Edz =          0.09 kN.
      V_Edz          0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
      Vpl_Rdz         85.41
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.  
=====
```

```
( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 =          14.29 kN-m.
```

```
( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
      M_Edy          0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
      Mc_Rdy         14.29
```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wplz      =      1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz    = Wplz * fy / Gamma_M0 =      3.15 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz      =      0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz      =      3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]
-. Por      =      0.300
-. Gs       = Es / [ 2*(1+Por) ] =80769230.769 KPa.
-. Ncr      = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 =      339.71 kN.
-. psi      =      0.000
-. C1       =      1.132
-. Mcr      = C1 * Ncr * SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr ] =      31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [ Wply*fy / Mcr ] =      0.678
-. Lambda_LT_bar0 =      0.400

-. Lambda_LT_bar =      0.678 > Lambda_LT_bar0 =      0.400
-. M_Ed/Mcr      = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 =      0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy =      14.29 kN-m.

( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz =      3.15 kN-m.

```

```
( ). Check general interaction ratio.
[ Eurocode3:05 6.2.1 (6.2) ] - Class1 or Class2
      N_Ed      M_Edy      M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
      N_Rd      My_Rd      Mz_Rd
      = 0.053 < 1.000 ---> O.K.

( ). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[ Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41) ] - Class1 or Class2
-. n      = N_Ed / Npl_Rd      = 0.050
-. a      = MIN[ (Area-2b*tf)/Area, 0.5 ] = 0.389
-. Alpha  = 2.000
-. Beta   = MAX[ 5*n, 1.0 ] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd      =      77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 =      55.53 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd      =      14.29 kN-m.
-. Rmaxy  = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 =      159.01 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd      =      3.15 kN-m.
-. Rmaxz  = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax2  = MAX[ Rmaxy, Rmaxz ] = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax   = MAX[ Rmax1, Rmax2 ] = 0.053 < 1.000 ---> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT      :
* . MEMBER NO   =      23, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO =      1, MATERIAL NO  =      1, SECTION NO =      2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
  Shape      = I - Section. (Rolled)
  Depth      =      0.120, Top F Width =      0.064, Bot.F Width =      0.064
  Web Thick  =      0.004, Top F Thick =      0.006, Bot.F Thick =      0.006

  Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
  Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
  Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
  Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
  iy  = 4.89389e-02, iz  = 1.46905e-02
  J   = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
  Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
  Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
  Axial Force      Fxx = 1.65472e+01
  Shear Forces     Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
  Bending Moments   My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
  End Moments       Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
                  Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                  Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```
=====  
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).  
=====
```

- (). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```
=====  
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).  
=====
```

- (). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```
=====  
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).  
=====
```

- (). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
-. Not Checking the Section Classification.

```
=====  
[[[*]]] APPLIED FACTORS.  
=====
```

- (). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
-. Cmy,0 = 1.000
-. Cmz,0 = 1.012
-. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Ncrz = 339.71 kN.
-. NcrT = 847.80 kN.
-. CmLT = max [Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.031
- (). Partial Factors (Gamma_Mi).
[Eurocode3:05 6.1]
-. Gamma_M0 = 1.00
-. Gamma_M1 = 1.00
-. Gamma_M2 = 1.25

```
=====  
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.  
=====
```

- (). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
-. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.
- (). Calculate parameters for combined resistance.
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
-. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942


```
( ). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[ Eurocode3:05 6.2.3 ]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 =          310.20 kN.
```

```
( ). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
      N_Ed          16.55
-. ---- = ----- = 0.053 < 1.000 ---> O.K.
      Nt_Rd          310.20
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.  
=====
```

```
( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw =          0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw =          0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf =          0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] =          0.0006 m^2.
```

```
( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 =          85.41 kN.
```

```
( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
( LCB = 1, POS = J )
-. Applied shear force : V_Edz =          0.09 kN.
      V_Edz          0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
      Vpl_Rdz          85.41
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.  
=====
```

```
( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 =          14.29 kN-m.
```

```
( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
      M_Edy          0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
      Mc_Rdy          14.29
```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wplz      =      1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz    = Wplz * fy / Gamma_M0 =      3.15 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz      =      0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz     =      3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]
-. Por      =      0.300
-. Gs       = Es / [ 2*(1+Por) ] =80769230.769 KPa.
-. Ncr      = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 =      339.71 kN.
-. psi      =      0.000
-. C1       =      1.132
-. Mcr      = C1 * Ncr * SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr ] =      31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [ Wply*fy / Mcr ] =      0.678
-. Lambda_LT_bar0 =      0.400

-. Lambda_LT_bar =      0.678 > Lambda_LT_bar0 =      0.400
-. M_Ed/Mcr      = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 =      0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy =      14.29 kN-m.

( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz =      3.15 kN-m.

```

```
( ). Check general interaction ratio.
[ Eurocode3:05 6.2.1 (6.2) ] - Class1 or Class2
      N_Ed      M_Edy      M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
          N_Rd      My_Rd      Mz_Rd
          = 0.055 < 1.000 ---> O.K.
```

```
( ). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[ Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41) ] - Class1 or Class2
-. n      = N_Ed / Npl_Rd = 0.053
-. a      = MIN[ (Area-2b*tf)/Area, 0.5 ] = 0.389
-. Alpha  = 2.000
-. Beta   = MAX[ 5*n, 1.0 ] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 55.53 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd = 14.29 kN-m.
-. Rmaxy  = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 159.01 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd = 3.15 kN-m.
-. Rmaxz  = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax2  = MAX[ Rmaxy, Rmaxz ] = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax   = MAX[ Rmax1, Rmax2 ] = 0.055 < 1.000 ---> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT      :
* . MEMBER NO   =      26,  ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO =      1,  MATERIAL NO  =      1,  SECTION NO =      2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
  Shape      = I - Section. (Rolled)
  Depth      =      0.120,  Top F Width =      0.064,  Bot.F Width =      0.064
  Web Thick  =      0.004,  Top F Thick =      0.006,  Bot.F Thick =      0.006

  Area = 1.32000e-03,  Avy = 8.47440e-04,  Avz = 6.29520e-04
  Ybar = 3.20000e-02,  Zbar = 6.00000e-02,  Qyb = 6.65137e-03,  Qzb = 5.12000e-04
  Wely = 5.30000e-05,  Welz = 8.65000e-06,  Wply = 6.08000e-05,  Wplz = 1.34222e-05
  Iyy = 3.18000e-06,  Izz = 2.77000e-07,  Iyz = 0.00000e+00
  iy  = 4.89389e-02,  iz  = 1.46905e-02
  J   = 1.38971e-08,  Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly = 1.30000e+00,  Lz = 1.30000e+00,  Lb = 1.30000e+00
  Ky = 1.00000e+00,  Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
  Fy = 2.35000e+05,  Es = 2.10000e+08,  MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
  Axial Force      Fxx = 1.56490e+01
  Shear Forces     Fyy = 0.00000e+00,  Fzz = 0.00000e+00
  Bending Moments   My  = 2.89789e-02,  Mz  = 0.00000e+00
  End Moments       Myi = 0.00000e+00,  Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
                  Myi = 0.00000e+00,  Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                  Mzi = 0.00000e+00,  Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

( ). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
  [ Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2 ]
  -. Cmy,0 = 1.000
  -. Cmz,0 = 1.011
  -. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
  -. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
  -. Ncrz = 339.71 kN.
  -. NcrT = 847.80 kN.
  -. CmLT = max [ Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.029

( ). Partial Factors (Gamma_Mi).
  [ Eurocode3:05 6.1 ]
  -. Gamma_M0 = 1.00
  -. Gamma_M1 = 1.00
  -. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

(). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
 -. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

(). Calculate parameters for combined resistance.
 -. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
 -. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```
(). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[Eurocode3:05 6.2.3]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 310.20 kN.
```

```
(). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
 N_Ed 15.65
-. ---- = ----- = 0.050 < 1.000 ---> O.K.
 Nt_Rd 310.20
```

```
=====
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
=====
```

```
(). Calculate shear area.
[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[Avz1, Avz2] = 0.0006 m^2.
```

```
(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
-. Vpl_Rdz = [Avz*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 85.41 kN.
```

```
(). Shear Buckling Check.
[Eurocode3:05 6.2.6]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
(LCB = 1, POS = J)
-. Applied shear force : V_Edz = 0.09 kN.
 V_Edz 0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
 Vpl_Rdz 85.41
```

```
=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
=====
```

```
(). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 14.29 kN-m.
```

```
(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
 M_Edy 0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
 Mc_Rdy 14.29
```

## [[[\*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.

- ( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.  
 [ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]  
 -. Wplz = 1.3422e-05 m<sup>3</sup>.  
 -. Mc\_Rdz = Wplz \* fy / Gamma\_M0 = 3.15 kN-m.
- ( ). Check ratio of moment resistance (M\_Edz/Mc\_Rdz).  

$$\frac{M_{Edz}}{Mc_{Rdz}} = \frac{0.00}{3.15} = 0.000 < 1.000 \text{ ---> O.K.}$$

## [[[\*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.

- ( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb\_Rd).  
 [ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]  
 -. Por = 0.300  
 -. Gs = Es / [ 2\*(1+Por) ] = 80769230.769 KPa.  
 -. Ncr = Pi<sup>2</sup>\*Es\*Izz / Lu<sup>2</sup> = 339.71 kN.  
 -. psi = 0.000  
 -. C1 = 1.132  
 -. Mcr = C1 \* Ncr \* SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs\*Ixx)/Ncr ] = 31.04 kN-m.
- . Lambda\_LT\_bar = SQRT [ Wply\*fy / Mcr ] = 0.678  
 -. Lambda\_LT\_bar0 = 0.400
- . Lambda\_LT\_bar = 0.678 > Lambda\_LT\_bar0 = 0.400  
 -. M\_Ed/Mcr = 9.336e-04 < Lambda\_LT\_bar0<sup>2</sup> = 0.160  
 If Lambda\_LT\_bar < Lambda\_LT\_bar0 or M\_Ed/Mcr < Lambda\_LT\_bar0<sup>2</sup>,  
 No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

## [[[\*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.

- ( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.  
 [ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]  
 -. In case of V\_Edz / Vpl\_Rdz < 0.5  
 -. My\_Rd = Mc\_Rdy = 14.29 kN-m.
- ( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.  
 [ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]  
 -. In case of V\_Edy / Vpl\_Rdy < 0.5  
 -. Mz\_Rd = Mc\_Rdz = 3.15 kN-m.

```
(). Check general interaction ratio.
[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2
 N_Ed M_Edy M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
 N_Rd My_Rd Mz_Rd
 = 0.052 < 1.000 ---> O.K.
```

```
(). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2
-. n = N_Ed / Npl_Rd = 0.050
-. a = MIN[(Area-2b*tf)/Area, 0.5] = 0.389
-. Alpha = 2.000
-. Beta = MAX[5*n, 1.0] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 55.53 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd = 14.29 kN-m.
-. Rmaxy = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 159.01 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd = 3.15 kN-m.
-. Rmaxz = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax2 = MAX[Rmaxy, Rmaxz] = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax = MAX[Rmax1, Rmax2] = 0.052 < 1.000 ---> O.K.
```



```

=====
* . PROJECT :
* . MEMBER NO = 29, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO = 1, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
 Shape = I - Section. (Rolled)
 Depth = 0.120, Top F Width = 0.064, Bot.F Width = 0.064
 Web Thick = 0.004, Top F Thick = 0.006, Bot.F Thick = 0.006

 Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
 Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
 Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
 Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
 iy = 4.89389e-02, iz = 1.46905e-02
 J = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
 Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
 Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
 Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
 Axial Force Fxx = 1.31996e+01
 Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
 Bending Moments My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
 End Moments Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
 Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
 Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
 - Stress : Compression positive.
 - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

(). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
 [Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
 -. Cmy,0 = 1.000
 -. Cmz,0 = 1.009
 -. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
 -. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
 -. Ncrz = 339.71 kN.
 -. NcrT = 847.80 kN.
 -. CmLT = max [Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.024

(). Partial Factors (Gamma_Mi).
 [Eurocode3:05 6.1]
 -. Gamma_M0 = 1.00
 -. Gamma_M1 = 1.00
 -. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

( ). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
  -. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

( ). Calculate parameters for combined resistance.
  -. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
  -. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```
( ). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[ Eurocode3:05 6.2.3 ]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 310.20 kN.
```

```
( ). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
      N_Ed      13.20
-. ---- = ----- = 0.043 < 1.000 ---> O.K.
      Nt_Rd     310.20
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.  
=====
```

```
( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] = 0.0006 m^2.
```

```
( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 = 85.41 kN.
```

```
( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
( LCB = 1, POS = J )
-. Applied shear force : V_Edz = 0.09 kN.
      V_Edz      0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
      Vpl_Rdz    85.41
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.  
=====
```

```
( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 14.29 kN-m.
```

```
( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
      M_Edy      0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
      Mc_Rdy     14.29
```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wplz      =      1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz    = Wplz * fy / Gamma_M0 =      3.15 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz      =      0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz      =      3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]
-. Por      =      0.300
-. Gs       = Es / [ 2*(1+Por) ] =80769230.769 KPa.
-. Ncr      = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 =      339.71 kN.
-. psi      =      0.000
-. C1       =      1.132
-. Mcr      = C1 * Ncr * SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr ] =      31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [ Wply*fy / Mcr ] =      0.678
-. Lambda_LT_bar0 =      0.400

-. Lambda_LT_bar =      0.678 > Lambda_LT_bar0 =      0.400
-. M_Ed/Mcr      = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 =      0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy =      14.29 kN-m.

( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz =      3.15 kN-m.

```

```
( ). Check general interaction ratio.
[ Eurocode3:05 6.2.1 (6.2) ] - Class1 or Class2
      N_Ed      M_Edy      M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
      N_Rd      My_Rd      Mz_Rd
      = 0.045 < 1.000 ---> O.K.

( ). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[ Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41) ] - Class1 or Class2
-. n      = N_Ed / Npl_Rd      = 0.043
-. a      = MIN[ (Area-2b*tf)/Area, 0.5 ] = 0.389
-. Alpha  = 2.000
-. Beta   = MAX[ 5*n, 1.0 ] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd      = 77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 55.53 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd      = 14.29 kN-m.
-. Rmaxy  = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 159.01 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd      = 3.15 kN-m.
-. Rmaxz  = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax2  = MAX[ Rmaxy, Rmaxz ] = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax   = MAX[ Rmax1, Rmax2 ] = 0.045 < 1.000 ---> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT      :
* . MEMBER NO   =      32, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO =      1, MATERIAL NO  =      1, SECTION NO =      2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
  Shape      = I - Section. (Rolled)
  Depth      =      0.120, Top F Width =      0.064, Bot.F Width =      0.064
  Web Thick  =      0.004, Top F Thick =      0.006, Bot.F Thick =      0.006

  Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
  Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
  Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
  Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
  iy  = 4.89389e-02, iz  = 1.46905e-02
  J   = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
  Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
  Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
  Axial Force      Fxx = 1.04950e+01
  Shear Forces     Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
  Bending Moments   My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
  End Moments       Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
                  Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                  Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
  -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

( ). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
   [ Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2 ]
  -. Cmy,0 = 1.000
  -. Cmz,0 = 1.007
  -. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
  -. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
  -. Ncrz = 339.71 kN.
  -. NcrT = 847.80 kN.
  -. CmLT = max [ Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.018

( ). Partial Factors (Gamma_Mi).
   [ Eurocode3:05 6.1 ]
  -. Gamma_M0 = 1.00
  -. Gamma_M1 = 1.00
  -. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

(). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
 -. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

(). Calculate parameters for combined resistance.
 -. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
 -. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```
(). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[Eurocode3:05 6.2.3]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 310.20 kN.
```

```
(). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
 N_Ed 10.49
-. ---- = ----- = 0.034 < 1.000 ---> O.K.
 Nt_Rd 310.20
```

```
=====
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.
=====
```

```
(). Calculate shear area.
[Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[Avz1, Avz2] = 0.0006 m^2.
```

```
(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
-. Vpl_Rdz = [Avz*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 85.41 kN.
```

```
(). Shear Buckling Check.
[Eurocode3:05 6.2.6]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
(LCB = 1, POS = J)
-. Applied shear force : V_Edz = 0.09 kN.
 V_Edz 0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
 Vpl_Rdz 85.41
```

```
=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.
=====
```

```
(). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 14.29 kN-m.
```

```
(). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
 M_Edy 0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
 Mc_Rdy 14.29
```



```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
-. Wplz = 1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 3.15 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz = 0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz = 3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]
-. Por = 0.300
-. Gs = Es / [2*(1+Por)] =80769230.769 KPa.
-. Ncr = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 339.71 kN.
-. psi = 0.000
-. C1 = 1.132
-. Mcr = C1 * Ncr * SQRT [(Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr] = 31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [Wply*fy / Mcr] = 0.678
-. Lambda_LT_bar0 = 0.400

-. Lambda_LT_bar = 0.678 > Lambda_LT_bar0 = 0.400
-. M_Ed/Mcr = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 = 0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy = 14.29 kN-m.

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz = 3.15 kN-m.

```

```
(). Check general interaction ratio.
[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2
 N_Ed M_Edy M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
 N_Rd My_Rd Mz_Rd
 = 0.036 < 1.000 ----> O.K.
```

```
(). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2
-. n = N_Ed / Npl_Rd = 0.034
-. a = MIN[(Area-2b*tf)/Area, 0.5] = 0.389
-. Alpha = 2.000
-. Beta = MAX[5*n, 1.0] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 55.53 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd = 14.29 kN-m.
-. Rmaxy = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ----> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 159.01 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd = 3.15 kN-m.
-. Rmaxz = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax2 = MAX[Rmaxy, Rmaxz] = 0.002 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax = MAX[Rmax1, Rmax2] = 0.036 < 1.000 ----> O.K.
```

```

=====
* . PROJECT :
* . MEMBER NO = 35, ELEMENT TYPE = Beam
* . LOADCOMB NO = 1, MATERIAL NO = 1, SECTION NO = 2
* . UNIT SYSTEM : kN, m

* . SECTION PROPERTIES : Designation = IPE120
 Shape = I - Section. (Rolled)
 Depth = 0.120, Top F Width = 0.064, Bot.F Width = 0.064
 Web Thick = 0.004, Top F Thick = 0.006, Bot.F Thick = 0.006

 Area = 1.32000e-03, Avy = 8.47440e-04, Avz = 6.29520e-04
 Ybar = 3.20000e-02, Zbar = 6.00000e-02, Qyb = 6.65137e-03, Qzb = 5.12000e-04
 Wely = 5.30000e-05, Welz = 8.65000e-06, Wply = 6.08000e-05, Wplz = 1.34222e-05
 Iyy = 3.18000e-06, Izz = 2.77000e-07, Iyz = 0.00000e+00
 iy = 4.89389e-02, iz = 1.46905e-02
 J = 1.38971e-08, Cwp = 8.89591e-10

* . DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
 Ly = 1.30000e+00, Lz = 1.30000e+00, Lb = 1.30000e+00
 Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

* . MATERIAL PROPERTIES :
 Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

* . FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
 Axial Force Fxx = 5.80703e+00
 Shear Forces Fyy = 0.00000e+00, Fzz = 0.00000e+00
 Bending Moments My = 2.89789e-02, Mz = 0.00000e+00
 End Moments Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Lb)
 Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
 Mzi = 0.00000e+00, Mzj = 0.00000e+00 (for Lz)

* . Sign conventions for stress and axial force.
 - Stress : Compression positive.
 - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
 -. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

- ```

(). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

- ```

( ). Determine classification of tension web(Internal element(s)).
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

- ```

(). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
[Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2]
-. Cmy,0 = 1.000
-. Cmz,0 = 1.004
-. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Ncrz = 339.71 kN.
-. NcrT = 847.80 kN.
-. CmLT = max [Cmy^2*(aLT/sqrt((1-N_Ed/Ncrz)*(1-N_Ed/NcrT))), 1] = 1.008

(). Partial Factors (Gamma_Mi).
[Eurocode3:05 6.1]
-. Gamma_M0 = 1.00
-. Gamma_M1 = 1.00
-. Gamma_M2 = 1.25

```

```

=====
[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.
=====

```

- ```

( ). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
-. l/i = 88.5 < 200.0 ---> O.K.

( ). Calculate parameters for combined resistance.
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
-. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.942

```

```
( ). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[ Eurocode3:05 6.2.3 ]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 =          310.20 kN.
```

```
( ). Check ratio of axial resistance (N_Ed/Nt_Rd).
      N_Ed          5.81
-. ---- = ----- = 0.019 < 1.000 ---> O.K.
      Nt_Rd         310.20
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.  
=====
```

```
( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0070 m.
-. Avy = Area - hw*tw =          0.0008 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw =          0.0006 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf =          0.0006 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] =          0.0006 m^2.
```

```
( ). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdz = [ Avz*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 =          85.41 kN.
```

```
( ). Shear Buckling Check.
[ Eurocode3:05 6.2.6 ]
-. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!
```

```
( ). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
( LCB = 1, POS = J )
-. Applied shear force : V_Edz =          0.09 kN.
      V_Edz          0.09
-. ---- = ----- = 0.001 < 1.000 ---> O.K.
      Vpl_Rdz         85.41
```

```
=====  
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.  
=====
```

```
( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wply = 6.0800e-05 m^3.
-. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 =          14.29 kN-m.
```

```
( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
      M_Edy          0.03
-. ---- = ----- = 0.002 < 1.000 ---> O.K.
      Mc_Rdy         14.29
```

```

=====
[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.
=====

```

```

( ). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
-. Wplz      =      1.3422e-05 m^3.
-. Mc_Rdz    = Wplz * fy / Gamma_M0 =      3.15 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
M_Edz      =      0.00
-. ----- = ----- = 0.000 < 1.000 ---> O.K.
Mc_Rdz      =      3.15

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.3.2 ]
-. Por      =      0.300
-. Gs       = Es / [ 2*(1+Por) ] =80769230.769 KPa.
-. Ncr      = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 =      339.71 kN.
-. psi      =      0.000
-. C1       =      1.132
-. Mcr      = C1 * Ncr * SQRT [ (Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr ] =      31.04 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [ Wply*fy / Mcr ] =      0.678
-. Lambda_LT_bar0 =      0.400

-. Lambda_LT_bar =      0.678 > Lambda_LT_bar0 =      0.400
-. M_Ed/Mcr      = 9.336e-04 < Lambda_LT_bar0^2 =      0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

( ). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy =      14.29 kN-m.

( ). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[ Eurocode3:05 6.2.8 (6.30) ]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz =      3.15 kN-m.

```

```
( ). Check general interaction ratio.
[ Eurocode3:05 6.2.1 (6.2) ] - Class1 or Class2
      N_Ed      M_Edy      M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
      N_Rd      My_Rd      Mz_Rd
      = 0.021 < 1.000 ---> O.K.

( ). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[ Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41) ] - Class1 or Class2
-. n      = N_Ed / Npl_Rd      = 0.019
-. a      = MIN[ (Area-2b*tf)/Area, 0.5 ] = 0.389
-. Alpha  = 2.000
-. Beta   = MAX[ 5*n, 1.0 ] = 1.000

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd      =      77.55 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 =      55.53 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd      =      14.29 kN-m.
-. Rmaxy  = M_Edy / Mny_Rd = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 =      159.01 kN.
  Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd      =      3.15 kN-m.
-. Rmaxz  = M_Edz / Mnz_Rd = 0.000 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax2  = MAX[ Rmaxy, Rmaxz ] = 0.002 < 1.000 ---> O.K.

-. Rmax   = MAX[ Rmax1, Rmax2 ] = 0.021 < 1.000 ---> O.K.
```

```

=====
*. PROJECT      :
*. MEMBER NO   =      36, ELEMENT TYPE = Beam
*. LOADCOMB NO =      1, MATERIAL NO  =      1, SECTION NO =      1
*. UNIT SYSTEM : kN, m

*. SECTION PROPERTIES : Designation = HEB200
  Shape      = I - Section. (Rolled)
  Depth     =      0.200, Top F Width =      0.200, Bot.F Width =      0.200
  Web Thick =      0.009, Top F Thick =      0.015, Bot.F Thick =      0.015

  Area = 7.81000e-03, Avy = 6.28000e-03, Avz = 2.48500e-03
  Ybar = 1.00000e-01, Zbar = 1.00000e-01, Qyb = 3.44458e-02, Qzb = 5.00000e-03
  Wely = 5.70000e-04, Welz = 2.00000e-04, Wply = 6.42000e-04, Wplz = 3.03443e-04
  Iyy = 5.70000e-05, Izz = 2.00000e-05, Iyz = 0.00000e+00
  iy  = 8.54000e-02, iz  = 5.07000e-02
  J   = 4.94955e-07, Cwp = 1.71125e-07

*. DESIGN PARAMETERS FOR STRENGTH EVALUATION :
  Ly = 9.30000e+00, Lz = 1.12500e+00, Lb = 1.12500e+00
  Ky = 1.00000e+00, Kz = 1.00000e+00

*. MATERIAL PROPERTIES :
  Fy = 2.35000e+05, Es = 2.10000e+08, MATERIAL NAME = S235

*. FORCES AND MOMENTS AT (1/2) POINT :
  Axial Force      Fxx = 3.47768e+01
  Shear Forces     Fyy = 1.35275e+00, Fzz = 4.13241e-02
  Bending Moments    My = 1.18661e+02, Mz = 1.81324e+00
  End Moments        Myi = 1.18661e+02, Myj = 1.11053e+02 (for Lb)
                   Myi = 0.00000e+00, Myj = 0.00000e+00 (for Ly)
                   Mzi = 1.81324e+00, Mzj = 1.65828e+00 (for Lz)

*. Sign conventions for stress and axial force.
  - Stress : Compression positive.
  - Axial force: Tension positive.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of compression outstand flanges.
  [ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5 ]
  -. e      = SQRT( 235/fy ) =      1.00
  -. b/t    = BTR =      5.17
  -. sigma1 = 179032.804 KPa.
  -. sigma2 = 174401.731 KPa.
  -. BTR < 9*e ( Class 1 : Plastic ).

```



```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-TOP FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of compression outstand flanges.
[ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 2 of 3), EN 1993-1-5 ]
-. e      = SQRT( 235/fy ) = 1.00
-. b/t    = BTR = 5.17
-. sigma1 = 186352.889 KPa.
-. sigma2 = 181721.815 KPa.
-. BTR < 9*e ( Class 1 : Plastic ).

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY LEFT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY RIGHT-BOTTOM FLANGE OF SECTION (BTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of tension outstand flanges.
-. Not Checking the Section Classification.

```

```

=====
[[[*]]] CLASSIFY WEB OF SECTION (HTR).
=====

```

```

( ). Determine classification of bending and compression Internal Parts.
[ Eurocode3:05 Table 5.2 (Sheet 1 of 3), EN 1993-1-5 ]
-. e      = SQRT( 235/fy ) = 1.00
-. d/t    = HTR = 14.89
-. sigma1 = 119383.357 KPa.
-. sigma2 = -128289.057 KPa.
-. Psi    = [2*(Nsd/A)*(1/fy)]-1 = -1.038
-. Alpha  = 0.561 > 0.5
-. HTR < 396*e/(13*Alpha-1) ( Class 1 : Plastic ).

```

```

=====
[[[*]]] APPLIED FACTORS.
=====

```

```

( ). Calculate equivalent uniform moment factors (Cmy,Cmz,CmLT).
[ Eurocode3:05 Annex A. Table A.1, A.2 ]
-. Cmy,0  = 0.995
-. Cmz,0  = 0.999
-. Cmy (Default or User Defined Value) = 1.000
-. Cmz (Default or User Defined Value) = 1.000

```

```

-. Ncrz      =      32752.46 kN.
-. NcrT      =      32464.19 kN.
-. CmLT      = max [ Cmy*2*(aLT/sqrt((1-NEd/Ncrz)*(1-NEd/NcrT))), 1 ] = 1.000

```

```

( ). Partial Factors (Gamma_Mi).
[ Eurocode3:05 6.1 ]
-. Gamma_M0 = 1.00
-. Gamma_M1 = 1.00
-. Gamma_M2 = 1.25

```

```

[[[*]]] CHECK AXIAL RESISTANCE.

```

```

( ). Check slenderness ratio of axial tension member (l/i).
-. l/i = 108.9 < 200.0 ---> O.K.

```

```

( ). Calculate parameters for combined resistance.
-. Lambda1 = Pi * SQRT(Es/fy) = 93.913
-. Lambda_bz = (KLz/iz) / Lambda1 = 0.236

```

```

( ). Calculate axial tensile resistance (Nt_Rd).
[ Eurocode3:05 6.2.3 ]
-. Nt_Rd = fy * Area / Gamma_M0 = 1835.35 kN.

```

```

( ). Check ratio of axial resistance (NEd/Nt_Rd).
      NEd      34.78
-. ---- = ----- = 0.019 < 1.000 ---> O.K.
      Nt_Rd     1835.35

```

```

[[[*]]] CHECK SHEAR RESISTANCE.

```

```

( ). Calculate shear area.
[ Eurocode3:05 6.2.6, EN1993-1-5:04 5.1 NOTE 2 ]
-. eta = 1.2 (Fy < 460 MPa.)
-. r = 0.0180 m.
-. Avy = Area - hw*tw = 0.0063 m^2.
-. Avz1 = eta*hw*tw = 0.0018 m^2.
-. Avz2 = Area - 2*B*tf + (tw + 2*r)*tf = 0.0025 m^2.
-. Avz = MAX[ Avz1, Avz2 ] = 0.0025 m^2.

```

```

( ). Calculate plastic shear resistance in local-y direction (Vpl_Rdy).
[ Eurocode3:05 6.1, 6.2.6 ]
-. Vpl_Rdy = [ Avy*fy/SQRT(3) ] / Gamma_M0 = 852.05 kN.

```

- ```

(). Check ratio of shear resistance (V_Edy/Vpl_Rdy).
 (LCB = 1, POS = 1/4)
 -. Applied shear force : V_Edy = 2.43 kN.
 V_Edy = 2.43
 -. ----- = ----- = 0.003 < 1.000 ---> O.K.
 Vpl_Rdy 852.05

(). Calculate plastic shear resistance in local-z direction (Vpl_Rdz).
 [Eurocode3:05 6.1, 6.2.6]
 -. Vpl_Rdz = [Avz*fy/SQRT(3)] / Gamma_M0 = 337.16 kN.

(). Shear Buckling Check.
 [Eurocode3:05 6.2.6]
 -. HTR < 72*e/Eta ---> No need to check!

(). Check ratio of shear resistance (V_Edz/Vpl_Rdz).
 (LCB = 1, POS = 1/4)
 -. Applied shear force : V_Edz = 28.14 kN.
 V_Edz = 28.14
 -. ----- = ----- = 0.083 < 1.000 ---> O.K.
 Vpl_Rdz 337.16

```

```

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MAJOR AXIS.

```

- ```

( ). Calculate plastic resistance moment about major axis.
  [ Eurocode3:05 6.1, 6.2.5 ]
  -. Wply = 0.0006 m^3.
  -. Mc_Rdy = Wply * fy / Gamma_M0 = 150.87 kN-m.

( ). Check ratio of moment resistance (M_Edy/Mc_Rdy).
     M_Edy = 118.66
  -. ----- = ----- = 0.787 < 1.000 ---> O.K.
     Mc_Rdy      150.87

```

```

[[[*]]] CHECK BENDING MOMENT RESISTANCE ABOUT MINOR AXIS.

```

- ```

(). Calculate plastic resistance moment about minor axis.
 [Eurocode3:05 6.1, 6.2.5]
 -. Wplz = 0.0003 m^3.
 -. Mc_Rdz = Wplz * fy / Gamma_M0 = 71.31 kN-m.

(). Check ratio of moment resistance (M_Edz/Mc_Rdz).
 M_Edz = 1.81
 -. ----- = ----- = 0.025 < 1.000 ---> O.K.
 Mc_Rdz 71.31

```

```

=====
[[[*]]] CHECK LATERAL-TORSIONAL BUCKLING RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate lateral-torsional buckling resistance (Mb_Rd).
[Eurocode3:05 6.1, 6.3.2]
-. Por = 0.300
-. Gs = Es / [2*(1+Por)] =80769230.769 KPa.
-. Ncr = Pi^2*Es*Izz / Lu^2 = 32752.46 kN.
-. psi = 0.000
-. C1 = 1.132
-. Mcr = C1 * Ncr * SQRT [(Cwp/Izz) + (Gs*Ixx)/Ncr] = 3665.98 kN-m.

-. Lambda_LT_bar = SQRT [Wply*fy / Mcr] = 0.203
-. Lambda_LT_bar0 = 0.400

-. Lambda_LT_bar = 0.203 < Lambda_LT_bar0 = 0.400
-. M_Ed/Mcr = 0.032 < Lambda_LT_bar0^2 = 0.160
If Lambda_LT_bar < Lambda_LT_bar0 or M_Ed/Mcr < Lambda_LT_bar0^2,
No allowance for lateral-torsional buckling necessary.

```

```

=====
[[[*]]] CHECK INTERACTION OF COMBINED RESISTANCE.
=====

```

```

(). Calculate Major reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edz / Vpl_Rdz < 0.5
-. My_Rd = Mc_Rdy = 150.87 kN-m.

(). Calculate Minor reduced design resistance of bending and shear.
[Eurocode3:05 6.2.8 (6.30)]
-. In case of V_Edy / Vpl_Rdy < 0.5
-. Mz_Rd = Mc_Rdz = 71.31 kN-m.

(). Check general interaction ratio.
[Eurocode3:05 6.2.1 (6.2)] - Class1 or Class2
 N_Ed M_Edy M_Edz
-. Rmax1 = ----- + ----- + -----
 N_Rd My_Rd Mz_Rd
 = 0.831 < 1.000 ---> O.K.

(). Check interaction ratio of bending and axial force member.
[Eurocode3:05 6.2.9 (6.31 ~ 6.41)] - Class1 or Class2
-. n = N_Ed / Npl_Rd = 0.019
-. a = MIN[(Area-2b*tf)/Area, 0.5] = 0.232
-. Alpha = 2.000
-. Beta = MAX[5*n, 1.0] = 1.000

```

```

-. N_Ed < 0.25*Npl_Rd = 458.84 kN.
-. N_Ed < 0.5*hw*tw*fy/Gamma_M0 = 179.77 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mny_Rd = Mply_Rd = 150.87 kN-m.
-. Rmaxy = M_Edy / Mny_Rd = 0.787 < 1.000 ----> O.K.

-. N_Ed < hw*tw*fy/Gamma_M0 = 599.25 kN.
 Therefore, No allowance for the effect of axial force.
-. Mnz_Rd = Mplz_Rd = 71.31 kN-m.
-. Rmaxz = M_Edz / Mnz_Rd = 0.025 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax2 = [| M_Edy |^(Alpha) | M_Edz |^(Beta)]
 [|-----| + |-----|]
 [| Mny_Rd | | Mnz_Rd |]
 = 0.644 < 1.000 ----> O.K.

-. Rmax = MAX[Rmax1, Rmax2] = 0.831 < 1.000 ----> O.K.

```

### Diagonali $\phi$ 18

$$A_a = 254 \text{ mm}^2$$

$$N_d = 17.9 \text{ kN}, \quad \text{C.C. SLU (combinazione fondamentale)}$$

$$N_d = 5 \text{ kN}, \quad \text{C.C. SLV (combinazione sismica)}$$

$$N_{Rd} = 223.8 \cdot 254 = 56.85 \text{ kN} > N_d$$

### 5.3 Ancoraggio della struttura alla fondazione

L'ancoraggio della struttura ai cordoli di fondazione in c.a. avviene per mezzo di 4 barre filettate M20, Cl. 8.8, per ciascun appoggio.

#### Reazioni sul singolo vincolo

$$\text{C.C. SLU: } N_d = 56.2 \text{ kN} \quad V_d = 20.54 \text{ kN}$$

$$\text{C.C. SLV: } N_d = 7 \text{ kN} \quad V_d = 3.11 \text{ kN}$$

Si riportano le verifiche dell'ancoraggio della barra alla fondazione in c.a. mediante resina epossidica.

## Basi della progettazione

### Ancorante

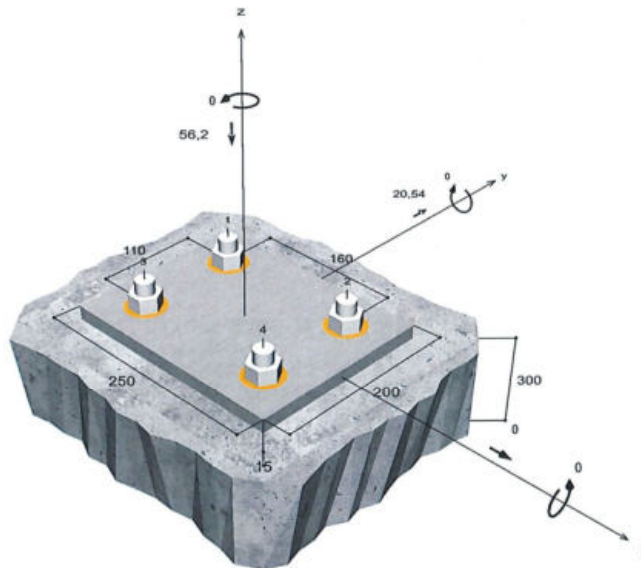
|                                |                                                                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sistema                        | fischer Sistema chimico Superbond                                                                                          |
| Ancorante chimico ad iniezione | FIS SB 390 S                                                                                                               |
| Elemento di fissaggio          | Barra filettata FIS A M 20 x 290 8.8, Acciaio zincato, Classe di resistenza 8.8                                            |
| Profondità di ancoraggio       | 250 mm                                                                                                                     |
| Dati di progetto               | Progettazione dell'ancorante in Calcestruzzo secondo Valutazione Tecnica Europea ETA-12/0258, Opzione 1, Emesso 17/06/2020 |



### Geometria / Carichi

mm, kN, kNm

Valore di progetto delle azioni (sono inclusi i coefficienti parziali di sicurezza delle azioni)



Non in scala

I dati di input e i risultati del progetto devono essere controllati in relazione alla conformità e attendibilità di tutti i documenti validi.

Pagina 1

### Dati di input

|                                               |                                                                          |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Metodo di progettazione                       | Metodo di progettazione EN 1992-4:2017: Ancoranti chimici                |
| Materiale di base                             | C25/30, EN 206                                                           |
| Condizioni calcestruzzo                       | Non fessurato, Foro asciutto                                             |
| Range di temperatura                          | 24 °C Temperatura nel lungo periodo, 40 °C Temperatura nel breve periodo |
| Armatura                                      | Armatura normale o senza armatura. Senza armatura di bordo               |
| Metodo di foratura                            | Rotopercussione                                                          |
| Tipo di installazione                         | Installazione passante                                                   |
| Spazio anulare tra foro della piastra e barra | Spazio anulare tra foro della piastra e barra riempito                   |
| Tipo di carico                                | Statico                                                                  |
| Distanziato                                   | Nessuna flessione                                                        |
| Dimensioni piastra di ancoraggio              | Ancorante fissato sul materiale di base<br>250 mm x 200 mm x 15 mm       |
| Tipo di profilo                               | Nessuno                                                                  |

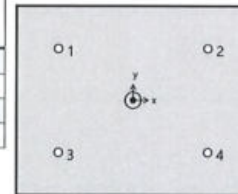
### Carichi di progetto \*)

| # | N <sub>Ed</sub><br>kN | V <sub>Ed,x</sub><br>kN | V <sub>Ed,y</sub><br>kN | M <sub>Ed,x</sub><br>kNm | M <sub>Ed,y</sub><br>kNm | M <sub>T,Ed</sub><br>kNm | Tipo di carico |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| 1 | -56,20                | 0,00                    | 20,54                   | 0,00                     | 0,00                     | 0,00                     | Statico        |

\*) I coefficienti parziali di sicurezza per le azioni sono inclusi.

### Forze risultanti sull'ancoraggio

| Ancorante n° | Forza di trazione<br>kN | Forza di taglio<br>kN | Forza di taglio x<br>kN | Forza di taglio y<br>kN |
|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1            | 0,00                    | 5,14                  | 0,00                    | 5,14                    |
| 2            | 0,00                    | 5,14                  | 0,00                    | 5,14                    |
| 3            | 0,00                    | 5,14                  | 0,00                    | 5,14                    |
| 4            | 0,00                    | 5,14                  | 0,00                    | 5,14                    |



max. deformazione a compressione del calcestruzzo : 0,04 ‰  
max. tensione di compressione del calcestruzzo : 1,1 N/mm<sup>2</sup>  
Forza risultante di trazione : 0,00 kN , Coordinate x/y ( 0 / 0 )  
Forza risultante di compressione : 56,20 kN , Coordinate x/y ( 0 / 0 )

### Resistenza a taglio

| Verifica                                        | Carico<br>kN | Portata<br>kN | Utilizzo β <sub>v</sub><br>% |
|-------------------------------------------------|--------------|---------------|------------------------------|
| Rottura dell'acciaio senza braccio di leva *    | 5,14         | 78,40         | 6,5                          |
| Rottura calcestruzzo sul lato opposto al carico | 20,54        | 403,30        | 5,1                          |

I dati di input e i risultati del progetto devono essere controllati in relazione alla conformità e attendibilità di tutti i documenti validi.

\* Ancorante più sfavorevole

**Rottura dell'acciaio senza braccio di leva**



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 98,00kN = 98,00kN$$

Equazione (7.35)(7.36)

| $V_{Rk,s}$<br>kN | $\gamma_{Ms}$ | $V_{Rd,s}$<br>kN | $V_{Ed}$<br>kN | $\beta_{Vs}$<br>% |
|------------------|---------------|------------------|----------------|-------------------|
| 98,00            | 1,25          | 78,40            | 5,14           | 6,5               |

| Ancorante n° | $\beta_{Vs}$<br>% | Gruppo n° | Beta decisivo  |
|--------------|-------------------|-----------|----------------|
| 1            | 6,5               | 1         | $\beta_{Vs,1}$ |
| 2            | 6,5               | 2         | $\beta_{Vs,2}$ |
| 3            | 6,5               | 3         | $\beta_{Vs,3}$ |
| 4            | 6,5               | 4         | $\beta_{Vs,4}$ |

**Rottura calcestruzzo sul lato opposto al carico**



$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} = 2 \cdot 302,48kN = 604,95kN$$

Equazione (7.39c)

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{r,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$$

Equazione (7.1)

$$N_{Rk,c} = 217,41kN \cdot \frac{782.600mm^2}{562.500mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 302,48kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 11 \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot (250mm)^{1,5} = 217,41kN$$

Equazione (7.2)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{375mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Equazione (7.4)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Equazione (7.5)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2c_a}{s_{re,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Equazione (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1$$

Equazione (7.7)

| $V_{Rk,cp}$<br>kN | $\gamma_{Mc}$ | $V_{Rd,cp}$<br>kN | $V_{Ed}$<br>kN | $\beta_{V,cp}$<br>% |
|-------------------|---------------|-------------------|----------------|---------------------|
| 604,95            | 1,50          | 403,30            | 20,54          | 5,1                 |

I dati di input e i risultati del progetto devono essere controllati in relazione alla conformità e attendibilità di tutti i documenti validi.

Pagina 3



| Ancorante n° | $\beta_{V,cp}$<br>% | Gruppo n° | Beta decisivo    |
|--------------|---------------------|-----------|------------------|
| 1, 2, 3, 4   | 5,1                 | 1         | $\beta_{V,cp;1}$ |

### **Resistenza alla combinazione di trazione e taglio**

$$\beta_V = \beta_{A;1} = 0,07 \leq 1$$



Verifica soddisfatta

### **Informazioni sulla piastra**

#### **Dettagli piastra di base**

Spessore della piastra definito dall'utente senza verifiche

t = 15 mm

Tipo di profilo

Nessuno

### **Osservazioni tecniche**

La trasmissione dei carichi dell'ancoraggio al supporto in calcestruzzo deve essere indicata per lo stato limite ultimo e lo stato limite di esercizio; a tal fine, le normali verifiche devono essere effettuate considerando le azioni introdotte dagli ancoraggi. Per tali verifiche saranno considerate le disposizioni aggiuntive del metodo di progettazione .

I dati di input e i risultati del progetto devono essere controllati in relazione alla conformità e attendibilità di tutti i documenti validi.

Pagina 4

#### 5.4 Struttura di appoggio della passerella

La verifica della portanza della fondazione è eseguita secondo la combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2.

La massima reazione verticale di appoggio dell'impalcato vale:  $R_d = 66.2 \text{ kN}$

Il peso del cordolo di appoggio vale:  $W_0 = 25 \cdot 1.60 \cdot 0.30 \cdot 0.30 = 3.6 \text{ kN}$

Carico trasmesso al suolo:  $P_d = 66.2 + 1.35 \cdot 3.6 = 71.06 \text{ kN}$

La pressione media di contatto vale:  $p_d = 71.06 / (1.60 \cdot 0.30) = 148 \text{ kPa}$

L'effetto del vento trasversale vale:  $M_{tr} = 29.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Eccentricità trasversale:  $e_t = M_{tr} / R_d = 0.421 \text{ m} < H/3 = 1.6/3 = 0.533 \text{ m}$ ,

$$p_{dmax} = 2 \cdot P_d / (3 \cdot B \cdot (H/2 - e_t)) = 2 \cdot 71.06 / (3 \cdot 0.3 \cdot 0.379) = 416.7 \text{ kPa},$$

in cui  $B = 0.30 \text{ m}$  base del cordolo

$H = 1.60 \text{ m}$  larghezza del cordolo

Resistenza a compressione della roccia:  $10000 \text{ kN/m}^2$

Resistenza della fondazione:  $P_{Rd} = 10000 \cdot 1.044 \cdot 0.30 / (1.7 \cdot 2.3) = 2315 \text{ kN} > P_d$

#### 6. Consolidamento versante roccioso in prossimità degli appoggi

Si riporta di seguito la verifica del sistema di chiodatura previsto per il consolidamento del versante roccioso in prossimità degli appoggi della passerella.

## VERIFICA SISTEMA DI CHIODATURA DI CONSOLIDAMENTO DELLE PARETI DI APPOGGIO DELLA PASSERELLA

Le zone di intervento si collocano in prossimità dei cordoli di appoggio della passerella, sui due lati dell'incisione presente nella parete rocciosa.

Di seguito si verifica il sistema prendendo in conto i seguenti parametri di input:

### Input

#### Parete rocciosa

|                                                        |       |
|--------------------------------------------------------|-------|
| Inclinazione della parete [°]                          | 80    |
| Spessore instabile [m]                                 | 0.80  |
| Peso dell'unità di volume della roccia [kN/m³]         | 26.00 |
| Lunghezza di plasticizzazione nella roccia stabile [m] | 1.20  |

#### Giunto più pericoloso

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| Inclinazione del giunto più pericoloso [°]   | 45    |
| Resistenza a compressione semplice JCS [MPa] | 50.00 |
| Rugosità JCR                                 | 5.00  |

#### Accelerazione sismica

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| Coefficiente sismico orizzontale | 0.08 |
|----------------------------------|------|

#### Rete

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Tipo di rete                          | <b>Steelgrid MO 300</b> |
| Resistenza a trazione nominale [kN/m] | 60.00                   |
| Massima deformazione ammissibile [m]  | 0.17                    |

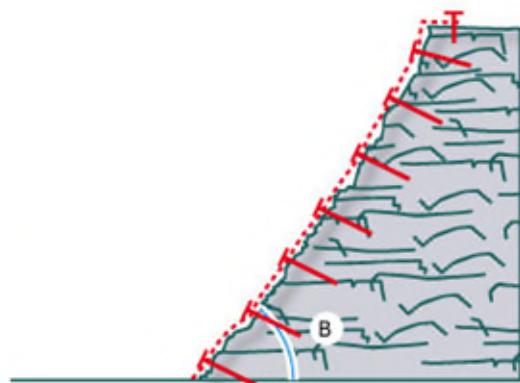
#### Barre di Ancoraggio

##### Geometria

|                                                   |      |
|---------------------------------------------------|------|
| Interasse orizzontale dei chiodi [m]              | 1.00 |
| Interasse verticale dei chiodi [m]                | 1.00 |
| Inclinazione della barra rispetto all'orizzontale | 10   |

##### Tipo di ancoraggio

|                                                       |                               |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo di barra                                         | <b>Barre in acciaio B450C</b> |
| Diametro interno della barra [mm]                     | 0                             |
| Diametro esterno della barra [mm]                     | 24                            |
| Spessore della corona di corrosione [mm]              | 1                             |
| Tensione di snervamento [MPa]                         | 450.00                        |
| Coefficiente di adesione tra roccia e iniezione [MPa] | 0.35                          |



#### FS Fattore di Sicurezza

|                                                            |             |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| Incertezza sullo spessore medio della zona instabile       | 1.20        |
| Incertezza sul peso di volume della roccia                 | 1.01        |
| Incertezza sulle condizioni ambientali di applicazione     | 1.02        |
| <b>Coefficiente di riduzione delle forze stabilizzanti</b> | <b>1.24</b> |
| Morfologia del pendio da consolidare                       | 1.10        |
| Sovraccarichi esterni sul pendio                           | 1.02        |
| <b>Coefficiente di aumento delle forze destabilizzanti</b> | <b>1.12</b> |
| <b>Fattore di sicurezza globale</b>                        | <b>1.39</b> |
| Coefficiente della resistenza a trazione della rete        | 2.50        |
| Coefficiente della deformazione massima ammissibile        | 1.20        |
| Coefficiente della resistenza dell'acciaio                 | 1.16        |
| Coefficiente della adesione tra roccia e iniezione         | 2.00        |

Di seguito il risultato delle verifiche

## Risultati

### Bar design check (Slope SF)

**3.93** Soddisfatta

### Mesh design check

**7.51** Soddisfatta

### Serviceability design check

**2.33** Soddisfatta

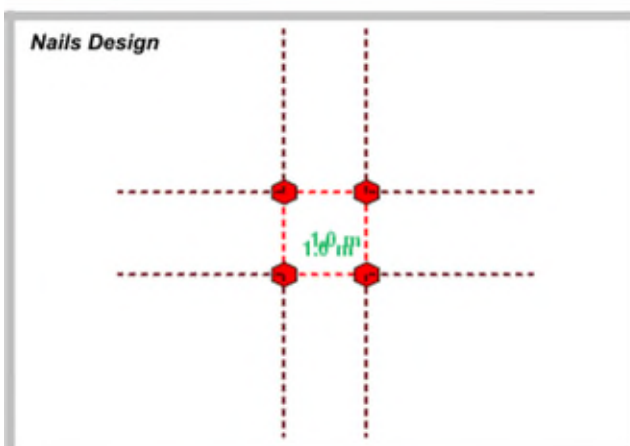
### Progettazione degli ancoraggi

|                                                                                |        |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Forze stabilizzanti [kN]                                                       | 91.53  |
| Forze stabilizzanti sul piano di scivolamento corticale [kN]                   | 23.27  |
| Forze destabilizzanti sul piano di scivolamento                                | 3.93   |
| Angolo tra perpendicolare alla parete e asse della barra [°]                   | 0.00   |
| Snervamento ammissibile dell'acciaio [MPa]                                     | 387.93 |
| Sezione di acciaio utile della barra [mm <sup>2</sup> ]                        | 380.13 |
| Sliding plane stabilizing forces - per anchorage [kN]                          | 76.33  |
| Diametro minimo di perforazione (nominale) [mm]                                | 39.00  |
| Forza di sfilamento dell'ancoraggio dovuta al carico trasmesso dalla rete [kN] | 1.73   |
| Forza di sfilamento dell'ancoraggio dovuta all'instabilità globale [kN]        | 0.00   |
| Forza totale di sfilamento (totale) [kN]                                       | 1.73   |
| Lunghezza minima di ancoraggio nella parte stabile della roccia [m]            | 0.10   |
| Lunghezza minima di ancoraggio nella parte instabile della roccia [m]          | 0.90   |
| Lunghezza minima di fondazione (nominale) [m]                                  | 2.20   |

### Stato Limite di Servizio

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| Forze stabilizzanti [m]                                       | 0.14 |
| Forze destabilizzanti sul piano di scivolamento corticale [m] | 0.06 |
| Rapporto tra carico e resistenza a trazione                   | 2.33 |

### Geometry

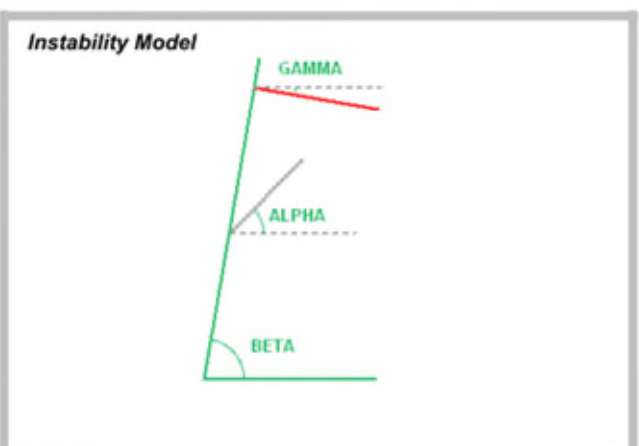


### Progettazione della rete

|                                                                                                 |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Forza massima agente sulla fune [kN/m]                                                          | 24.00 |
| Massimo carico di trazione agente sulla rete [kN/m]                                             | 3.20  |
| Rapporto tra resistenza a trazione e carico                                                     | 7.51  |
| Volume potenzialmente instabile - caso A [m <sup>3</sup> /m]                                    | 0.35  |
| Volume potenzialmente instabile - caso B [m <sup>3</sup> /m]                                    | 0.00  |
| Volume potenzialmente instabile - caso C [m <sup>3</sup> /m]                                    | 0.00  |
| Massimo volume che può agire tra la maglia di chiodi. [m <sup>3</sup> /m]                       | 0.35  |
| Massimo peso che può agire tra la maglia di chiodi. [kN/m]                                      | 9.10  |
| Sommatoria delle forze instabilizzanti agenti sulla superficie di scivolamento corticale [kN/m] | 7.79  |
| Sommatoria delle forze stabilizzanti agenti sulla superficie di scivolamento corticale [kN/m]   | 4.78  |
| Forze di punzonamento agenti sulla rete [kN]                                                    | 1.73  |
| Angolo di deformazione della rete rispetto all'orizzontale (valore medio) [°]                   | 2.31  |

### Caratteristiche dell'instabilità

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Pressione di contatto sul piano di scivolamento [MPa]            | 0.01  |
| Dilatanza iniziale del giunto più pericoloso                     | 4.48  |
| Volume totale che spetta al singolo ancoraggio [m <sup>3</sup> ] | 0.80  |
| Peso totale che spetta al singolo ancoraggio [kN]                | 20.80 |



## **RIEPILOGO DEI RISULTATI**

Come da verifiche svolte nei 2 settori di consolidamento si adotterà un rafforzamento corticale composto da una maglia di chiodi in barre in acciaio B450C a filettatura continua, diametro 24 mm, disposte sul pendio con maglia MINIMA 1x1 m. La lunghezza scaturita dalla verifica è di 2,2 m. Per sicurezza si adotterà una lunghezza di 3 m.