

PROGETTAZIONE

SOGGETTI

MMI s.r.l.
Società d'ingegneria
IL DIRETTORE TECNICO
(dott. ing. Stefania Meucci)

PROGETTISTI

(dott. ing. Stefania Meucci)

(dott. ing. Caterina Aliverti)

NORD MILANO CONSULT s.r.l.

Società d'ingegneria
IL DIRETTORE TECNICO
(dott. arch. Michela Di Mento)

(dott. arch. Michela Di Mento)

IL PROGETTISTA DELLE OPERE STRUTTURALI

(dott. ing. Caterina Aliverti)

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI:

- Calcestruzzo classe di resistenza: C28/35 con $R_{cK} \geq 350$ daN/cm²
- Classe di esposizione: XC1
- Classe di consistenza: S3-S4
- dimensione massima dell'aggregato: ≤ 20 mm
- copriferro cm 3
- Acciaio per armature: B 450C ad aderenza migliorata
- Acciaio per armatura micropali e tiranti: S355 JR secondo UNI EN 10025
- Acciaio per per carpenterie metalliche (HEA 120, UPN 120 , UPN 140: S235 JR secondo UNI EN 10025-2
- saldature secondo normativa

| REV. | DATA | DIS. | CONTR. | APPR. | DESCRIZIONI REVISIONI |
|------|------|------|--------|-------|-----------------------|
|------|------|------|--------|-------|-----------------------|



AIPO
Agenzia Interregionale per il fiume Po



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: dott. ing. Gaetano La Montagna

Oggetto **(MB-E-1) - Lavori di sistemazione idraulica lungo il fiume Lambro nel centro abitato di Monza in Comune di Monza (MB) - LOTTO 1**

| | | |
|------------------|-------------|---------|
| Fase progettuale | Allegato n. | n. dis. |
| | | 42727 |
| Titolo | Data | Scala |
| | | / |

| | | |
|---|----------------------|--|
| PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO | A-04-00 | |
| Relazione di calcolo delle strutture | Novembre 2015 | |

| | | |
|-----|---|--|
| RTP | mandante | mandataria |
| | 21023 MILANO via Daniele Crespi, 7 tel. 02.58113831 - fax. 02.58113831 e-mail: info@mmidro.it | 21052 BUSTO ARSIZIO (VA) via Bruno Raimondi, 5 tel. 0331.636702 - fax 0331.636713 e-mail: segreteria@nordmil.com |



AIPO
Agenzia Interregionale per il fiume Po



Regione
Lombardia

Comune di Monza

Provincia di Monza e della Brianza

AIPO

Agenzia interregionale per il fiume Po

Regione Lombardia

**LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME LABRO NEL
CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1**

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione di calcolo delle strutture

novembre 2015

Sommario

| | | |
|-------------|---|------------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 1.1 | Muro santuario grazie vecchie | 3 |
| 1.1.1 | TRATTO A-B | 3 |
| 1.1.2 | TRATTO C-D | 3 |
| 1.1.3 | TRATTO D-E..... | 3 |
| 1.2 | Muro a valle ponte di via cantore | 3 |
| 1.3 | Cancello di via Filzi | 3 |
| 1.4 | Muro spalto Piodo | 3 |
| 1.5 | Varie platee di fondo alveo | 3 |
| 2 | RISULTATI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE E SCELTE PROGETTUALI | 4 |
| 2.1 | Modello geotecnico preliminare | 5 |
| 2.2 | Ipotesi progettuale | 6 |
| 3 | DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE STRUTTURE | 7 |
| 3.1.1 | TRATTO A-B: | 7 |
| 3.1.2 | TRATTO C-D: | 7 |
| 3.1.3 | TRATTO D-E: | 7 |
| 3.2: | Muro a valle ponte di via Cantore in sinistra idrografica | 7 |
| 3.3: | Cancello di via Filzi | 7 |
| 3.4: | Muro spalto Piodo | 7 |
| 3.5: | Platee di fondo alveo | 7 |
| 4 | CARICHI APPLICATI..... | 8 |
| 4.1 | Carichi permanenti | 8 |
| 4.1.1 | Peso proprio dei materiali strutturali ; | 8 |
| 4.1.2 | Carichi permanenti non strutturali ; | 8 |
| 4.2 | Carichi variabili | 8 |
| 4.2.1 | Spinta dell'acqua di piena sul muro e fondazione compresa ; | 8 |
| 4.2.2 | Spinta del vento ; | 8 |
| 4.2.3 | Spinta del terreno in caso di cedimento dell'argine ; | 8 |
| 4.2.4 | Carichi per traffico veicolare di 2° categoria | 8 |
| 5 | RESISTENZE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI | 9 |
| 6 | INTERVENTO PRESSO IL SANTUARIO DELLE GRAZIE VECCHIE | 19 |
| 7 | INTERVENTO A VALLE DEL PONTE DI VIA CANTORE | 173 |
| 8 | INTERVENTO PRESSO IL TERMINE DI VIA FILZI | 217 |
| 9 | INTERVENTO PRESSO VIA SPALTO PODO | 291 |



LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

1 PREMESSA

Si tratta degli interventi di mitigazione del rischio idraulico nel tratto cittadino del Lambro a Monza, definiti in seguito a un'analisi idraulica.

Gli interventi previsti in questo primo lotto, che comportano strutture di difese con l'innalzamento localizzato di muri spondali sono i seguenti :

1.1 Muro santuario grazie vecchie

1.1.1 TRATTO A-B: muro in c.a. spessore 20cm a sbalzo su pali h=2,70m fuori terra, rivestito all'interno in mattoni ad una testa ;

1.1.2 TRATTO C-D: muro in c.a. spessore 20cm h=2.70 fuori terra, rivestito all'interno in mattoni ad una testa ;

1.1.3 TRATTO D-E: muro su pali in c.a. h= 1,40m fuori terra, spessore 25 cm ;

1.2 Muro a valle ponte di via cantore

in sinistra idrografica : muro in c.a. spessore 25 cm su pali h= 1,30m fuori terra, con terreno dall'unità geologica B a quota 3.00 ÷ 3.10 m dal piano campagna ;

1.3 Cannello di via Filzi

fondazioni in c.a. su palificata con cancello in ferro a tenuta idraulica ;

1.4 Muro spalto Piodo

palificato a sostegno della strada a ridosso del muro d'argine, da demolire e ricostruire ;

1.5 Varie platee di fondo alveo

2 RISULTATI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE E SCELTE PROGETTUALI

Sulla base dei dati disponibili in riferimento ai sondaggi geognostici effettuati da EUROGEO i modelli da prendere in esame per gli interventi analoghi sono i seguenti:

Modello geologico per interventi a difesa della basilica S. Maria delle Grazie:

| Unità geologica | Profondità [m] da p.c. | Litologia | Falda |
|-----------------|------------------------|--|---------|
| A | 0.0 ÷ 1.60 | Riporti costituiti da sabbie ghiaie deb. limose | Assente |
| A' | 1.60÷2.10 | Limi più meno sabbiosi con origine antropica e/o naturale. | |
| B | 2.10÷9.00 | Sabbia Ghiaiosa in matrice limosa | |

Modello geologico per altri interventi

| Unità geologica | Profondità [m] da p.c. | Litologia | Falda |
|-----------------|------------------------|---|---------|
| A | 0.0 ÷ 3.00/3.50 | Limi più meno sabbiosi con origine antropica e/o rimaneggiata e/o naturale. | Assente |
| B | 3.00/3.50÷9.00 | Sabbia Ghiaiosa in matrice limosa | |

L'unità "geologica B" sarà classificata come categoria di sottosuolo B

2.1 Modello geotecnico preliminare

Utilizzando le informazioni ricavate dalle indagini geotecniche è possibile ricostruire il seguente modello geologico-tecnico preliminare, base di partenza per le elaborazioni successive:

| Unità Geotecnica | γ [kN/m ³] | Dr [%] | ϕ' [°] | E' [MPa] | Profondità da p.c. [m] | Litologia |
|---------------------|----------------------------------|-----------|----------------|-------------|---------------------------|---|
| A | 18 | nd | nd | nd | 0.0 ÷ 1.6 | Riporti costituiti da sabbie ghiaie deb. limose |
| A' | 18 | 20-50 | 22-28 | 5-20 | 0.0/1.6÷2.1/3.5 | Limi più meno sabbiosi con origine antropica e/o naturale. |
| B | 19 | > 40 | 27-32 | > 40 | 2.1/3.5÷9.00 | Sabbia ghiaiosa in matrice limosa |

Tabella 3: modello geologico – tecnico di riferimento (falda di progetto >> 20.0 m)

Da quanto sopra risulta che il terreno spondale, unità geologica A e A' in corrispondenza del Santuario delle Grazie è di 1.60 ÷ 2.10 m e di 3.00 ÷ 3.50m in via Cantore, è costituito da riporti con scarse caratteristiche geotecniche; mentre l'unità geologica B, ha ottime caratteristiche geotecniche.

Da quanto sopra è emerso risulta non praticabile la soluzione di fondazioni dirette sui terreni spondali.

Si è scelto, quindi, di scaricare i pesi dei muri d'argine e le relative spinte delle piene allo strato dell'unità geologica B, mediante micropali con armatura in tubi d'acciaio

I parametri geotecnici adottati sono i seguenti:

- UNITA' A : $\gamma = 1800 \text{ daN/mc}$ $\Phi = 24^\circ$ $N \Phi = 2.37$
- UNITA' A : $\gamma = 1900 \text{ daN/mc}$ $\Phi = 30^\circ$ $N \Phi = 3$

$$\text{Dove } N \Phi = tg^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

2.2 Ipotesi progettuale

Si è scelto di rendere influente lo strato di terreno compreso tra il piano di sponda ed il fondo dell'alveo.

La spinta passiva comincerà a produrre i suoi effetti a partire dal fondo dell'alveo, che più o meno, coincide con l'unità geologica B.

Quindi il dimensionamento dell'armatura dei micropali è stato eseguito senza nessun contributo dell'unità geologica A ed A'

La spinta passiva per l'unità geologica B è stata valutata secondo la formula $Sp = \frac{1}{2} \gamma h^2 N\phi$, e nel modello è stata discretizzata, con interasse 0.50 m e trasformata in molle elastiche applicate ai micropali.

Si sono verificate anche le seguenti condizioni di carico di tipo eccezionale:

- Eventuale rottura dell'argine in terra, con conseguente messa in conto delle spinte attive delle unità geologiche A e A'
- La previsione che l'acqua di piena possa arrivare sino al più un metro rispetto al profilo di massima piena.

Le verifiche effettuate anche con queste due nuove condizioni di carico con $\gamma = 1$ (essendo eccezioni) risultano positive.

3 DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE STRUTTURE

3.1.1 TRATTO A-B:

Muro in c.a. a sbalzo spessore 20cm, $h=3.00$ dal piano di fondazione, allineato al muro esistente sottostante, sostenuto da una fondazione che riprende lo sbalzo della larghezza di 1.05m con altezza di 40 cm ; i micropali realizzati dietro il muro esistente con armatura un acciaio $\Phi 289.1$ mm per 6.3 mm di spessore ,della lunghezza di 5.00 m:

3.1.2 TRATTO C-D:

Muro in c.a. spessore 20cm, $h=3.00$ dal piano di fondazione, fondazione 60x60 cm ; micropali con armatura in acciaio $\Phi 168.3$ mm per 4.5mm di spessore, della lunghezza di 5.00m:

3.1.3 TRATTO D-E:

Muro in c.a. dello spessore di 25 cm, $h= 1.70$ dal piano di fondazione, micropali con armatura in acciaio $\Phi 168.3$ mm per 4.5mm di spessore, della lunghezza di 5.00m:

3.2: Muro a valle ponte di via Cantore in sinistra idrografica

Muro in c.a. dello spessore di 25 cm, $h= 1.70$ dal piano di fondazione, micropali con armatura in acciaio $\Phi 193.7$ mm per 4.5mm di spessore, della lunghezza di 6.50m ;

3.3: Cannello di via Filzi

Fondazione a doppia T in c.a. , micropali con armatura in acciaio $\Phi 193.7$ mm per 4.5mm di spessore, della lunghezza di 6.50 m;

3.4: Muro spalto Piodo

Palificata a sostegno strada con carico veicolare di 2° categoria, con micropali con armatura in acciaio $\Phi 219.1$ mm per 6.3mm di spessore, della lunghezza di 6.50m;

3.5: Platee di fondo alveo in c.a. di 25cm di spessore con armatura doppia $\Phi 8 / 15 \times 15$

4 CARICHI APPLICATI

4.1 Carichi permanenti

4.1.1 Peso proprio dei materiali strutturali

4.1.2 Carichi permanenti non strutturali , dotati di rivestimento in mattoni, ove presente, copertine in cls, ecc. ;

4.2 Carichi variabili

4.2.1 Spinta dell'acqua di piena sul muro e fondazione compresa ;

4.2.2 Spinta del vento ;

4.2.3 Spinta del terreno in caso di cedimento dell'argine ;

4.2.4 Carichi per traffico veicolare di 2° categoria

5 RESISTENZE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per il calcolo delle strutture in oggetto si sono ipotizzati i seguenti materiali:

- Conglomerato cementizio con CLASSE DI RESISTENZA C28/35 con $R_{ck} = 350 \text{ daN/cm}^2$ con classe di esposizione per tutte le strutture XC2
- consistenza S3/S4
- dimensione massima dell'aggregato 20 mm
- superfluidificanti q.b.
- C28/35: $f_{ck} [\text{daN/cm}^2] = 300$ $\gamma = 1.50$ $\alpha_{cc} = 0.85$ $\Phi_t = 2.00$
- acciaio per tutte le armature tipo B450C, ad aderenza migliorata e controllato in stabilimento $f_{y \text{ nom}} = 4500 \text{ daN/cm}^2$ $f_{t \text{ nom}} = 5400 \text{ daN/cm}^2$

$$(f_t / f_y) K \begin{matrix} \geq 1.15 \\ \leq 1.35 \end{matrix}$$

- acciaio per armature micropali S355H secondo UNI EN 10025
 $f_y = 3550 \text{ daN/cm}^2$ $f_{tz} = 5100 \text{ daN/cm}^2$ $\gamma_s = 1.05$

NORME DI RIFERIMENTO

Per i calcoli illustrati in seguito sono state adottate le seguenti norme:

Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

DM LL.PP. 14/2/1992 n. 55: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 4 LUGLIO 1996, N. 156AA.GG./STC: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

Legge 01/02/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

DM LL.PP. 16/1/1996 n. 19: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

CNR-UNI 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

EC 1 UNI-ENV 1991-1 Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture – Parte 1.2, 2.2.

EC 2 UNI-ENV 1992-1 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1.1.

Norme Tecniche per le Costruzioni – DM 14-1-2008

C. S. LL. PP. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14-1-2008

Al fine di illustrare compiutamente le analisi condotte, si riportano i riferimenti alla normativa utilizzata (Norme Tecniche per le Costruzioni) indicati tra parentesi: es. (3.1.1) intendendo in questo modo riferirsi al Capitolo 3.1.1 del DM 14-1-2008.

Classificazione della zona ai sensi OPCM 3274 e s.m.i.

La struttura in esame sarà realizzata nel comune di Monza|santuario delle grazie che, ai sensi dell'allegato 1 OPCM 3274 e s.m.i. è classificato in Zona 3 .

Calcolo azione sismica (3.2)

Vita nominale (2.4.1)

Le azioni sismiche sono valutate in relazione al periodo di riferimento VR così definite:

$$VR = VN \times CU \quad (2.4.1).$$

dove VN indica la Vita Nominale i cui valori sono indicati nella Tab. 2.4.I.

Per la struttura in esame viene assunto VN = 50

Classe d'uso (2.4.2)

In base alla funzione della struttura, ai sensi del punto (2.4.2) la struttura in esame risulta viene assunta in Classe II.

Periodo di riferimento per l'azione sismica (2.4.3)

In funzione della Classe d'uso la tabella seguente indica il valore CU da prendere in considerazione.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso CU

| CLASSE D'USO | I | II | III | IV |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE CU | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Viene quindi assunto CU=1

Da quanto sopra risulta:

$$VR = VN \times CU \text{ cioè } = 50 \text{ anni.}$$

In base a quanto indicato in Allegato A) - NTC 08 si calcola il Periodo di ritorno con la formula:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Noto T_R e la localizzazione geografica del sito tramite i valori di longitudine e latitudine, la figura seguente riporta i parametri sismici che saranno utilizzati per l'analisi della struttura.

Tali valori sono stati ricavati elaborando i dati forniti dal Reticolo di riferimento (Allegato B) partendo dai valori nei nodi prossimi al sito di costruzione.

| | SLV | SLD | SLO |
|--------------------------|-------|-------|------|
| ag [m/sec ²] | 0,527 | 0,245 | 0,19 |
| F0 | 2,63 | 2,55 | 2,56 |
| Tc* [sec] | 0,28 | 0,19 | 0,16 |
| Tr [anni] | 475 | 50 | 30 |

dove:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
 F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro;
 T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione;
 P_{vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento VR.

Categoria di sottosuolo

Dall'apposita Relazione Geologica, allegata a parte, si desume la categoria di sottosuolo di riferimento pari a **B**.

Condizione topografica

Il sito in cui sarà realizzata la struttura è classificabile come T1.

La struttura in esame si può considerare di tipo dissipativo e per l'analisi sismica si adotterà il metodo dell'analisi lineare Dinamica.

Il fattore di struttura q da utilizzare per il calcolo dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, è definito come:

$$q = q_0 K_R$$

dove:

q_0 valore massimo del fattore di struttura;

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità dell'edificio che viene assunto pari a 1 essendo la struttura Regolare in altezza.

Calcolo del fattore q_0

Tipologia strutturale (7.4.3.2)

Ai fini del calcolo del fattore di struttura si considera la struttura costituita prevalentemente secondo la tipologia acciaio

In base ai valori riportati nella tabella 7.4.I. si deduce che il fattore di struttura può essere assunto pari a:

$$1,5 * \alpha_u / \alpha_1$$

Il fattore α_u / α_1 è assunto pari a 1.

Risulta pertanto un valore finale di $q = 1,50$.

L'azione sismica è determinata attraverso la definizione dello spettro di progetto.

Lo spettro di progetto per le componenti orizzontali è calcolato secondo le espressioni (3.2.4) in cui:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T = 1 \quad (3.2.5)$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%;

F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (3.2.7)$$

dove T_C^* è definito al § 3.2 e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V);

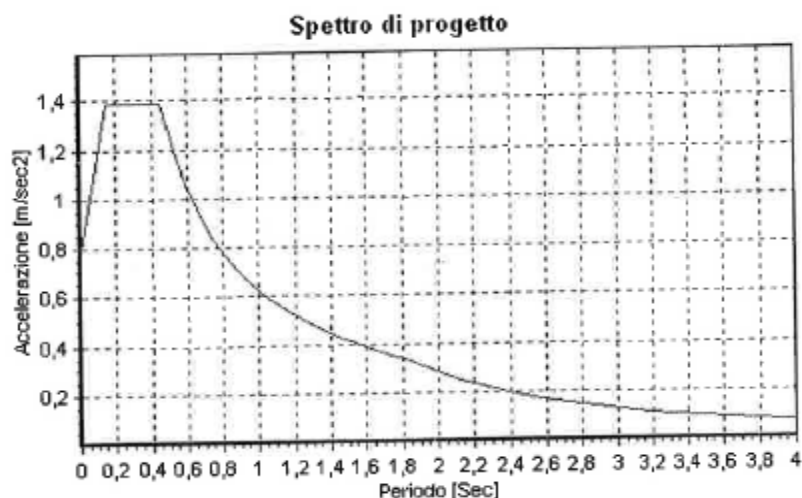
T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3, \quad (3.2.8)$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata (v. §§ 2.4 e 3.2.1), con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

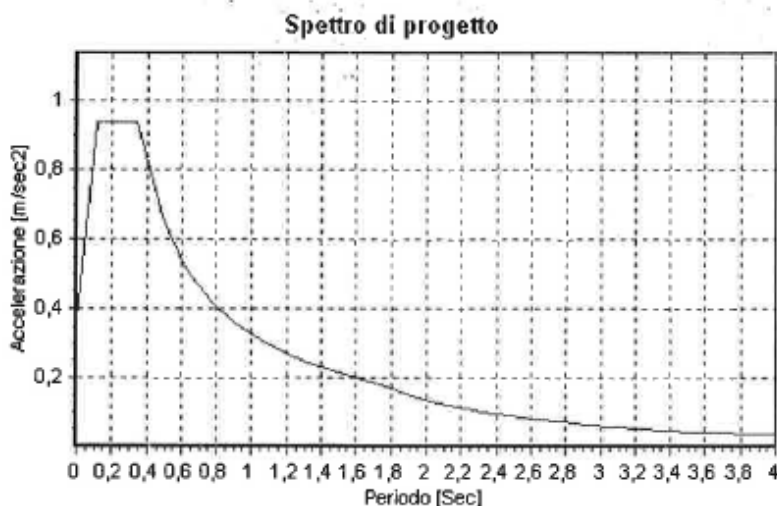
Si assumerà comunque $S_d(T) \geq 0,2a_g$.



Infatti per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) ed attribuendo ad η il valore di 1, siano inferiori ai limiti imposti al 7.3.7.2.

Quanto sopra equivale alla verifica degli spostamenti di interpiano considerando il calcolo dello spettro di progetto con il fattore di struttura $q = 1$.



Si assegna alla struttura in esame la classe di duttilità BASSA.

Per il calcolo delle azioni sismiche si procede applicando il metodo dell'analisi dinamica lineare o analisi modale.

Questo metodo consiste nel disaccoppiare le equazioni del moto della struttura, ricavando quindi le forme modali indipendenti e per ogni forma il periodo di vibrazione e la massa partecipante.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad (3.2.17)$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I

Il programma di calcolo utilizzato combina automaticamente i carichi con i coefficienti ψ_{2j} .

Combinazione dinamica

| | Combinazione Carico | Tipo Combinazione | peso proprio | muro mattoni | H2O |
|---|---------------------|-------------------|--------------|--------------|-----|
| 1 | sismica | PresStress | 1 | 1 | 1 |

Caratteristiche dei modi di vibrare

| F [Hz] | T [s] |
|---------|--------|
| 18,1408 | 0,0551 |

Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Nel caso tale valore non sia raggiunto, la causa è determinata dall'impossibilità di mobilitare parte della massa strutturale, in quanto vincolata a vincoli esterni rigidi. La tabella seguente riporta il numero di forme modali considerate per effettuare il calcolo delle sollecitazioni e deformazione e la corrispondente quantità di massa partecipante.

Caso Carico:sismica

| F [Hz] | Massa Partecipante X | Massa Partecipante Y | Massa Partecipante Z | Attivo |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 1,1057 | 0,0000 | 0,8058 | 0,0000 | Si |
| 1,8208 | 0,9833 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| 2,3213 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| 4,9850 | 0,0000 | 0,1775 | 0,0000 | Si |
| 18,1408 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| Totali | 0,9833 | 0,9832 | 0,0000 | |

Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi può essere utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo, quale quella indicata nell'espressione (7.3.3)

$$E = (\sum_j \sum_i \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j)^{1/2}$$

con:

E_j valore dell'effetto relativo al modo j ;

ρ_{ij} coefficiente di correlazione tra il modo i e il modo j , calcolato con la formula (7.3.4)

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \beta_{ij}^{3/2}}{(1 + \beta_{ij})[(1 - \beta_{ij})^2 + 4\xi^2 \beta_{ij}]}$$

dove:

ξ smorzamento viscoso dei modi i e j ;

β_{ij} è il rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i - j di modi ($\beta_{ij} = T_j/T_i$).

Se il periodo di vibrazione di ciascun modo differisce di almeno il 10% da quello di tutti gli altri, la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi può essere effettuata valutando la combinazione come radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS) degli effetti relativi a ciascun modo.

La combinazione delle forme modali utilizzata nel progetto è CQC.

Avendo valutato la risposta mediante analisi dinamica in campo lineare, è stata calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti; la risposta a ciascuna componente, ove necessario (v. § 3.2.5.1), è combinata con gli effetti pseudo-statici indotti dagli spostamenti relativi prodotti dalla variabilità spaziale della componente stessa, utilizzando la radice quadrata della somma dei quadrati.

Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z \quad (7.3.15)$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

La componente verticale verrà tenuta in conto ove necessario (v. § 7.2.1).

Stati limite ultimi (2.6.1)

Le verifiche saranno effettuate assumendo l'Approccio 2, utilizzando quindi i coefficienti riportati in tabella 2.6.1 nella colonna A1.

STR: stato limite di resistenza compresi gli elementi di fondazione.

| Carichi | | Coefficiente | A1 |
|---|-------------|---------------|-----|
| | | γ_F | STR |
| Permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 1,0 |
| | sfavorevoli | γ_{G1} | 1,3 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | favorevoli | γ_{G2} | 0 |
| | sfavorevoli | γ_{G2} | 1,5 |
| Variabili | favorevoli | γ_{Qi} | 0 |
| | sfavorevoli | γ_{Qi} | 1,5 |

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Il modello di calcolo è costituito da un telaio spaziale che rappresenta gli elementi principali della struttura.

Per la risoluzione del modello ed il calcolo delle sollecitazioni si utilizzerà il “ Metodo agli elementi finiti”.

Gli elementi strutturali sono costituiti da:

- Micropali a sostegno dei muri spondali;
- Cordolo di fondazioni in c.a.
- Muri in elevazione in c.a. spessore 20/25 cm h = varie, che costituiscono gli elementi primari, dimensionati, per sopportare le azioni statiche e l'azione sismica.

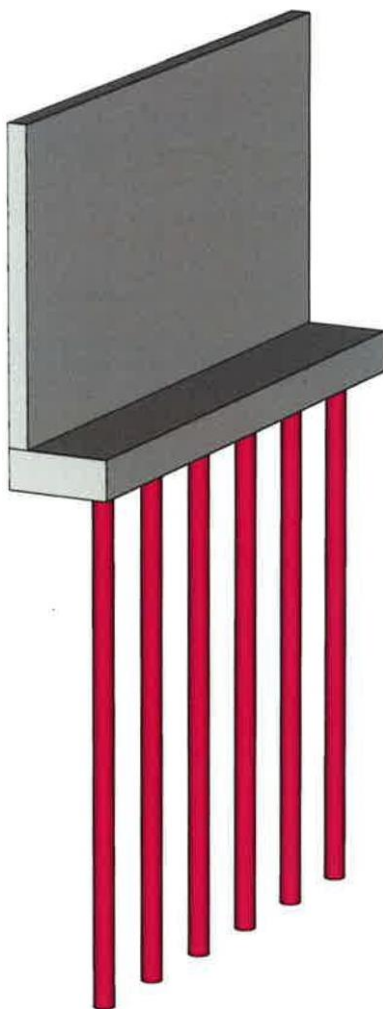
Il tutto realizzato in c.a. gettato in opera.

Il calcolo è stato eseguito con programma della S.T.A. DATA di Torino – AXISVM 12.0 R₃ – registrato a NORD MILANO CONSULT

MURO DEL SANTUARIO DI MADONNA DELLE GRAZIE VECCHIE 6.1.1 TRATTO A – B'

MODELLO

Codice NTC
Caso : rottura d 'argine



Per il calcolo delle azioni sismiche si procede applicando il metodo dell'analisi dinamica lineare o analisi modale.

Questo metodo consiste nel disaccoppiare le equazioni del moto della struttura, ricavando quindi le forme modali indipendenti e per ogni forma il periodo di vibrazione e la massa partecipante.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad (3.2.17)$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.1

Il programma di calcolo utilizzato combina automaticamente i carichi con i coefficienti

ψ_{2j} .

Combinazione dinamica

| | Combinazione Carico | Tipo Combinazione | peso proprio | H2O+1.00 | copertina | muro mattoni | rotto |
|---|---------------------|-------------------|--------------|----------|-----------|--------------|-------|
| 1 | sismica | PresStress | 1 | 0,33 | 1 | 1 | 1 |

Caratteristiche dei modi di vibrare

| F [Hz] | T [s] |
|---------|--------|
| 14,7766 | 0,0677 |

Caso Carico: sismica

| F [Hz] | Massa Partecipante X | Massa Partecipante Y | Massa Partecipante Z | Attivo |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| 1,9249 | 0,0000 | 0,7964 | 0,0000 | Si |
| 3,0463 | 0,6276 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| 3,7227 | 0,3360 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| 7,0929 | 0,0000 | 0,1763 | 0,0000 | Si |
| 14,7766 | 0,0098 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| Totali | 0,9734 | 0,9727 | 0,0000 | |

copertina: Carico lineare su superficie

| | Direzione | p_x [daN/m] | p_y [daN/m] | p_z [daN/m] | p_m [daNm/m] | X [cm] | Y [cm] | Z [cm] | Direzione | dL [cm] |
|----|-----------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|--------------|
| 38 | Globale | 0 | 0 | -80 | 0 | 600 | -65 | 355 | - | 0 |
| | | 0 | 0 | -80 | 0 | 0 | -65 | 355 | - | 600 |

p_x, p_y, p_z : Componente forza di carico; p_m : Componente momento di carico; X : Carico in direzione X; Y : Carico in direzione Y; Z : Carico in direzione Z;

muro mattoni: Carico lineare su superficie

| | Direzione | p_x [daN/m] | p_y [daN/m] | p_z [daN/m] | p_m [daNm/m] | X [cm] | Y [cm] | Z [cm] | Direzione | dL [cm] |
|----|-----------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|--------------|
| 49 | Globale | 0 | 0 | -650 | 0 | 600 | -50 | 25 | - | 0 |
| | | 0 | 0 | -650 | 0 | 0 | -50 | 25 | - | 600 |

p_x, p_y, p_z : Componente forza di carico; p_m : Componente momento di carico; X : Carico in direzione X; Y : Carico in direzione Y; Z : Carico in direzione Z;

vento y-: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|---------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | $p_X =$ | 0 |
| | | | | | $p_Y =$ | -90 |
| | | | | | $p_Z =$ | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

vento y+: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|---------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | $p_X =$ | 0 |
| | | | | | $p_Y =$ | 90 |
| | | | | | $p_Z =$ | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

rottura d'argine: Carichi distribuiti su travi e nervature

| | Tipo | Lunghezza [cm] | a/d | Pos. | p_x [daN/m] | p_y [daN/m] | p_z [daN/m] | m_{tor} [daNm/m] |
|---|------------|-------------------|-----|------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | Asta G ln. | 525 | d | 0 | 0 | -135 | 0 | 0 |
| | | | | 150 | 0 | -460 | 0 | 0 |
| 2 | Asta G ln. | 525 | d | 0 | 0 | -135 | 0 | 0 |
| | | | | 150 | 0 | -460 | 0 | 0 |
| 3 | Asta G ln. | 525 | d | 0 | 0 | -135 | 0 | 0 |
| | | | | 150 | 0 | -460 | 0 | 0 |
| 4 | Asta G ln. | 525 | d | 0 | 0 | -135 | 0 | 0 |
| | | | | 150 | 0 | -460 | 0 | 0 |
| 5 | Asta G ln. | 525 | d | 0 | 0 | -135 | 0 | 0 |
| | | | | 150 | 0 | -460 | 0 | 0 |
| 6 | Asta G ln. | 525 | d | 0 | 0 | -135 | 0 | 0 |
| | | | | 150 | 0 | -460 | 0 | 0 |

Tipo: Tipo carico; Lunghezza: Lunghezza trave; a/d: Posizione per coefficiente(a) o per lunghezza(d), * = Attraverso; Pos.: Posizione; p_x , p_y , p_z : Componente forza di carico; m_{tor} : Componente momento di carico;

H2O+1.00: Carico idraulico sul dominio

| | Direzione | X [cm] | Y [cm] | F_x [daN/m ²] | F_y [daN/m ²] |
|---|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Z | 225 | 25 | 0 | 2000 |

X: Carico in direzione X; Y: Carico in direzione Y; F_x , F_y : Componente forza di carico;

Casi di carico

| | Nome | Gruppo | Tipo Gruppo |
|---|------------------|--------|-------------|
| 1 | peso proprio | PERM1 | Permanente |
| 2 | H2O+1.00 | VAR1 | Accidentale |
| 3 | vento y+ | VAR2 | Accidentale |
| 4 | copertina | PERM1 | Permanente |
| 5 | muro mattoni | PERM1 | Permanente |
| 6 | vento y- | VAR2 | Accidentale |
| 7 | rottura d'argine | VAR3 | Accidentale |

Gruppi di carico

| | Gruppo | Tipo Gruppo | gamma I | gamma F | gamma A | psi0 | psi1 | psi2 | Simultaneo |
|---|--------|-------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|------------|
| 1 | PERM1 | Permanente | 0,0000 | 1,3000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | SI |
| 2 | VAR1 | Accidentale | 0,0000 | 1,5000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | NO |
| 3 | VAR2 | Accidentale | 0,0000 | 1,5000 | 0,0000 | 0,6000 | 0,2000 | 0,0000 | NO |
| 4 | VAR3 | Accidentale | 0,0000 | 1,5000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | NO |
| 5 | SISM | Sismico | 1,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | - |

Casi di carico

| | Nome | Gruppo | Tipo gruppo | | Nome | Gruppo | Tipo gruppo |
|----|------------------|--------|-------------|----|------------|--------|-------------|
| 1 | peso proprio | PERM1 | Permanente | 12 | SEISMIC01X | --- | --- |
| 2 | copertina | PERM1 | Permanente | 13 | SEISMIC01Y | --- | --- |
| 3 | muro mattoni | PERM1 | Permanente | 14 | SEISMIC02X | --- | --- |
| 4 | H2O+1.00 | VAR1 | accidentale | 15 | SEISMIC02Y | --- | --- |
| 5 | vento y+ | VAR2 | accidentale | 16 | SEISMIC03X | --- | --- |
| 6 | vento y- | VAR2 | accidentale | 17 | SEISMIC03Y | --- | --- |
| 7 | rottura d'argine | VAR3 | accidentale | 18 | SEISMIC04X | --- | --- |
| 8 | SEISMIC X | --- | --- | 19 | SEISMIC04Y | --- | --- |
| 9 | SEISMIC Y | --- | --- | 20 | SEISMIC05X | --- | --- |
| 10 | SEISMIC + | SISM | sismico | 21 | SEISMIC05Y | --- | --- |
| 11 | SEISMIC - | SISM | sismico | | | | |

Nome: Nome caso di carico; Gruppo: Gruppo di carico; Tipo gruppo: Tipo gruppo di carico;

Combinazioni critiche calcolate per gruppi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|--|---------------------|
| 1 | [PERM1] | SLU |
| 2 | [PERM1] {1,5*VAR1} | SLU |
| 3 | [PERM1] {1,5*VAR1} (0,9*VAR2) | SLU |
| 4 | [PERM1] {1,5*VAR1} (1,5*VAR3) | SLU |
| 5 | [PERM1] {1,5*VAR1} (0,9*VAR2+1,5*VAR3) | SLU |
| 6 | [PERM1] {1,5*VAR2} | SLU |
| 7 | [PERM1] {1,5*VAR2} (1,5*VAR1) | SLU |
| 8 | [PERM1] {1,5*VAR2} (1,5*VAR3) | SLU |
| 9 | [PERM1] {1,5*VAR2} (1,5*VAR1+1,5*VAR3) | SLU |
| 10 | [PERM1] {1,5*VAR3} | SLU |
| 11 | [PERM1] {1,5*VAR3} (1,5*VAR1) | SLU |
| 12 | [PERM1] {1,5*VAR3} (0,9*VAR2) | SLU |
| 13 | [PERM1] {1,5*VAR3} (1,5*VAR1+0,9*VAR2) | SLU |
| 14 | [1,3*PERM1] | SLU |
| 15 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR1} | SLU |
| 16 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR1} (0,9*VAR2) | SLU |
| 17 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR1} (1,5*VAR3) | SLU |
| 18 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR1} (0,9*VAR2+1,5*VAR3) | SLU |
| 19 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} | SLU |
| 20 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} (1,5*VAR1) | SLU |
| 21 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} (1,5*VAR3) | SLU |
| 22 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} (1,5*VAR1+1,5*VAR3) | SLU |
| 23 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR3} | SLU |
| 24 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR3} (1,5*VAR1) | SLU |
| 25 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR3} (0,9*VAR2) | SLU |
| 26 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR3} (1,5*VAR1+0,9*VAR2) | SLU |
| 27 | [PERM1] (SISM) | SLU (sismico) |
| 28 | [PERM1] | SLE Caratteristica |
| 29 | [PERM1] {VAR1} | SLE Caratteristica |
| 30 | [PERM1] {VAR1} (0,6*VAR2) | SLE Caratteristica |
| 31 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | SLE Caratteristica |
| 32 | [PERM1] {VAR1} (0,6*VAR2+VAR3) | SLE Caratteristica |
| 33 | [PERM1] {VAR2} | SLE Caratteristica |
| 34 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | SLE Caratteristica |
| 35 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | SLE Caratteristica |
| 36 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | SLE Caratteristica |
| 37 | [PERM1] {VAR3} | SLE Caratteristica |
| 38 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | SLE Caratteristica |
| 39 | [PERM1] {VAR3} (0,6*VAR2) | SLE Caratteristica |
| 40 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+0,6*VAR2) | SLE Caratteristica |
| 41 | [PERM1] | SLE Frequente |
| 42 | [PERM1] | SLE Frequente |
| 43 | [PERM1] {0,2*VAR2} | SLE Frequente |
| 44 | [PERM1] | SLE Frequente |
| 45 | [PERM1] | SLE Quasipermanente |
| 46 | [PERM1] | A1 |
| 47 | [PERM1] {VAR1} | A1 |
| 48 | [PERM1] {VAR1} (VAR2) | A1 |
| 49 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | A1 |
| 50 | [PERM1] {VAR1} (VAR2+VAR3) | A1 |
| 51 | [PERM1] {VAR2} | A1 |
| 52 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | A1 |
| 53 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | A1 |
| 54 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | A1 |
| 55 | [PERM1] {VAR3} | A1 |

Combinazioni critiche calcolate per gruppi di carico

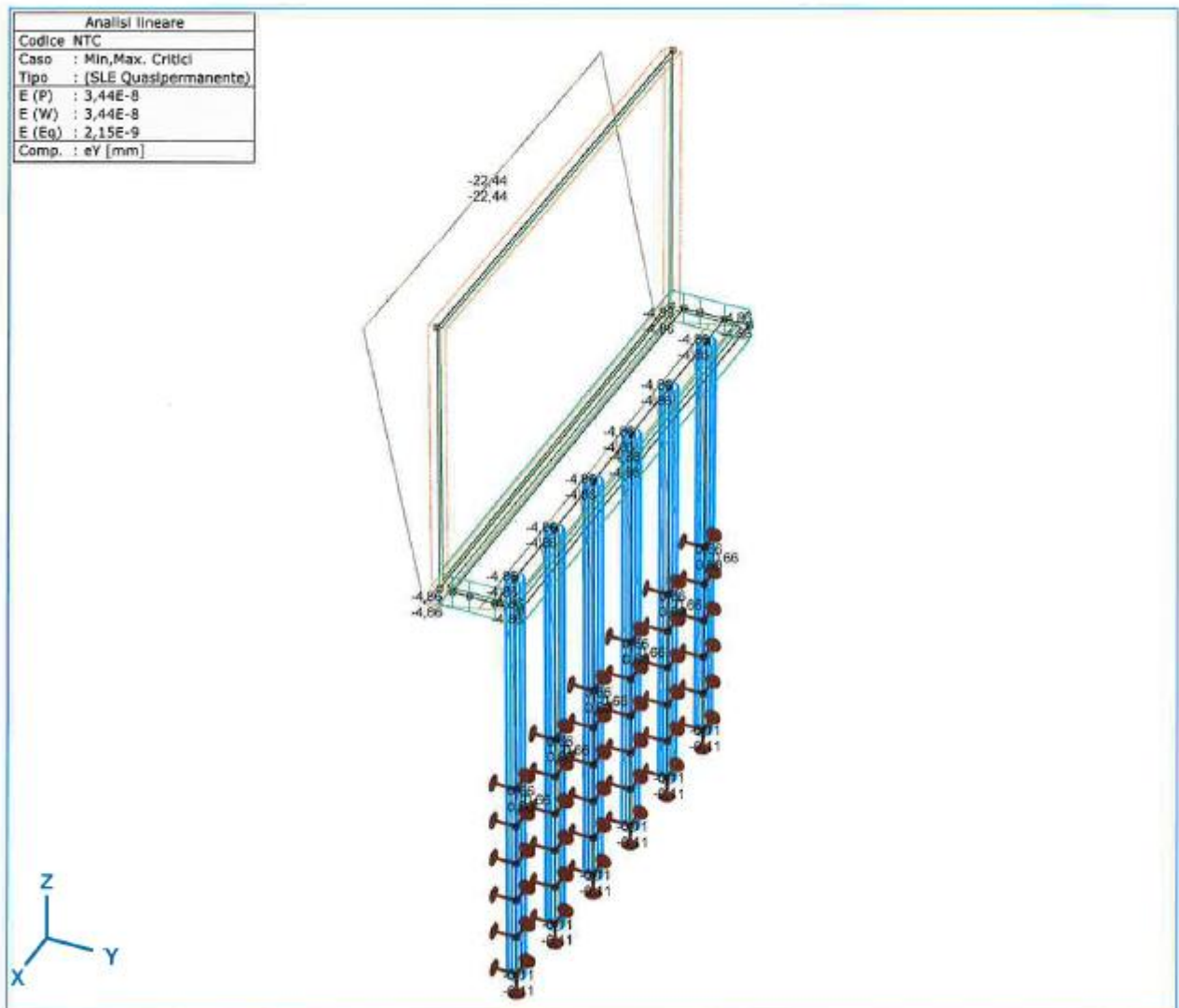
| | Combinazione critica | Tipo |
|----|----------------------------|------|
| 56 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | A1 |
| 57 | [PERM1] {VAR3} (VAR2) | A1 |
| 58 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+VAR2) | A1 |
| 59 | [PERM1] | A1 |
| 60 | [PERM1] {VAR1} | A1 |
| 61 | [PERM1] {VAR1} (VAR2) | A1 |
| 62 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | A1 |
| 63 | [PERM1] {VAR1} (VAR2+VAR3) | A1 |
| 64 | [PERM1] {VAR2} | A1 |
| 65 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | A1 |
| 66 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | A1 |
| 67 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | A1 |
| 68 | [PERM1] {VAR3} | A1 |
| 69 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | A1 |
| 70 | [PERM1] {VAR3} (VAR2) | A1 |
| 71 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+VAR2) | A1 |
| 72 | [PERM1] | A2 |
| 73 | [PERM1] {VAR1} | A2 |
| 74 | [PERM1] {VAR1} (VAR2) | A2 |
| 75 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | A2 |
| 76 | [PERM1] {VAR1} (VAR2+VAR3) | A2 |
| 77 | [PERM1] {VAR2} | A2 |
| 78 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | A2 |
| 79 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | A2 |
| 80 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | A2 |
| 81 | [PERM1] {VAR3} | A2 |
| 82 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | A2 |
| 83 | [PERM1] {VAR3} (VAR2) | A2 |
| 84 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+VAR2) | A2 |

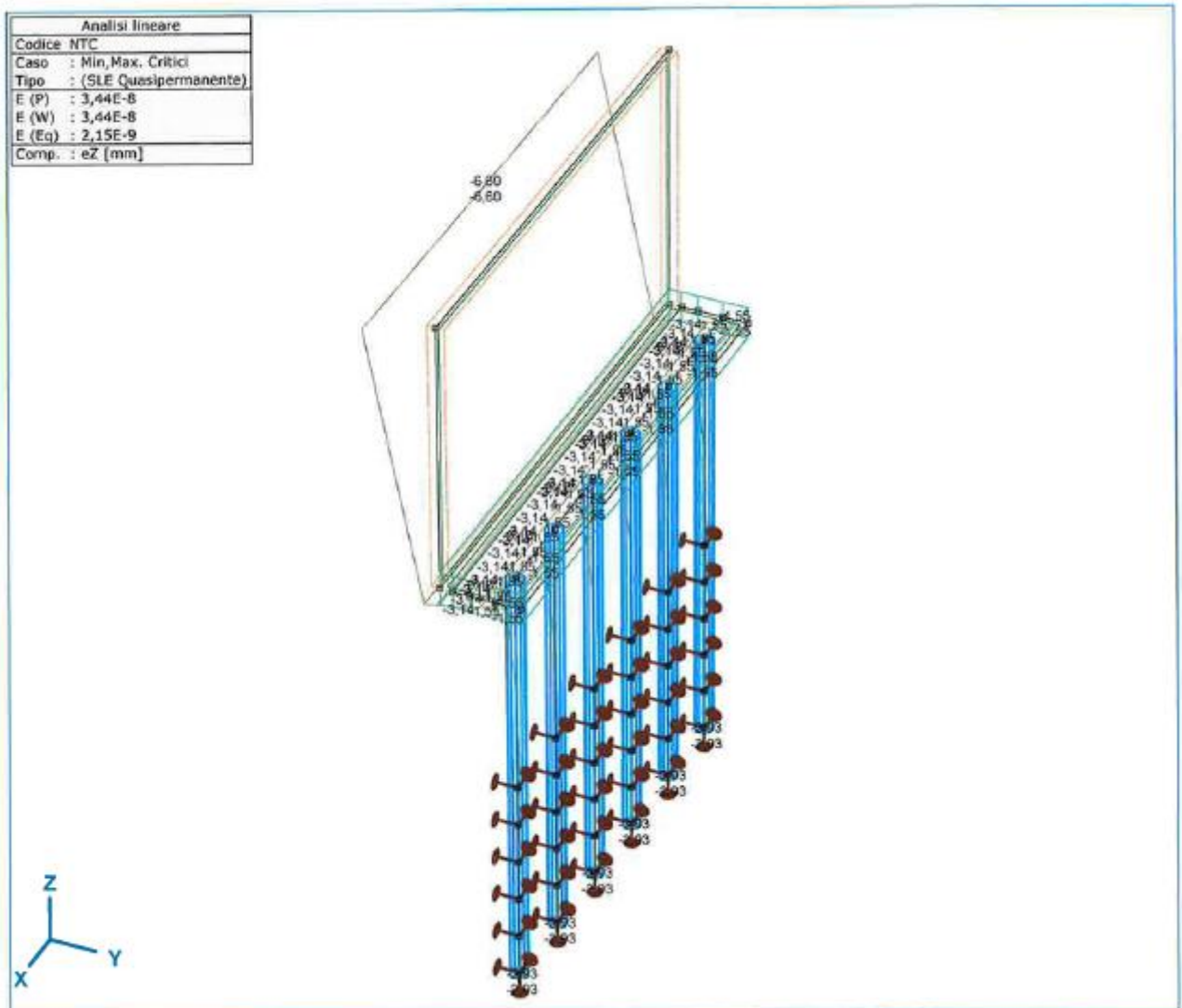
Tipo: Tipo di combinazione;



CEDIMENTI

E_y , E_z





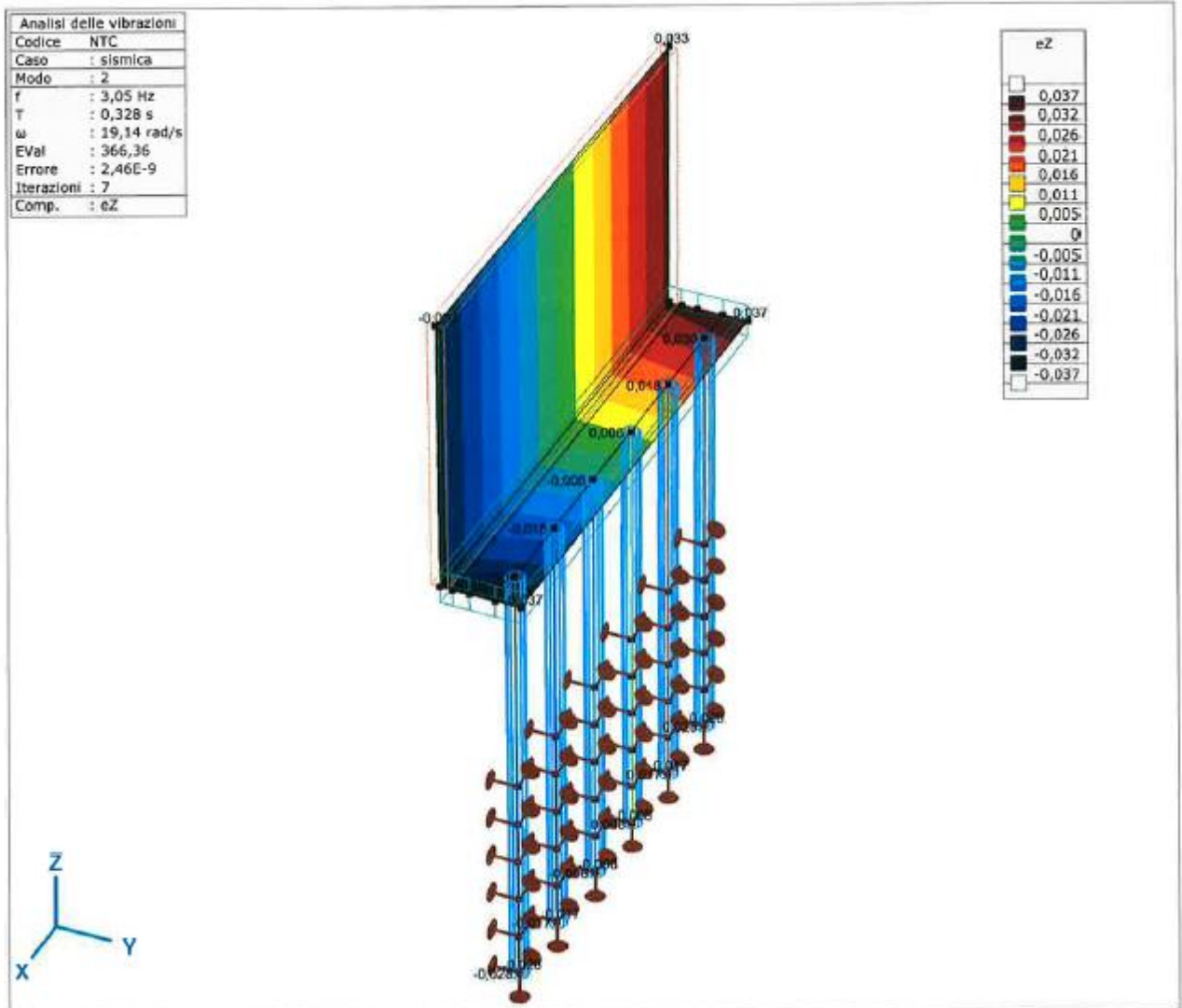


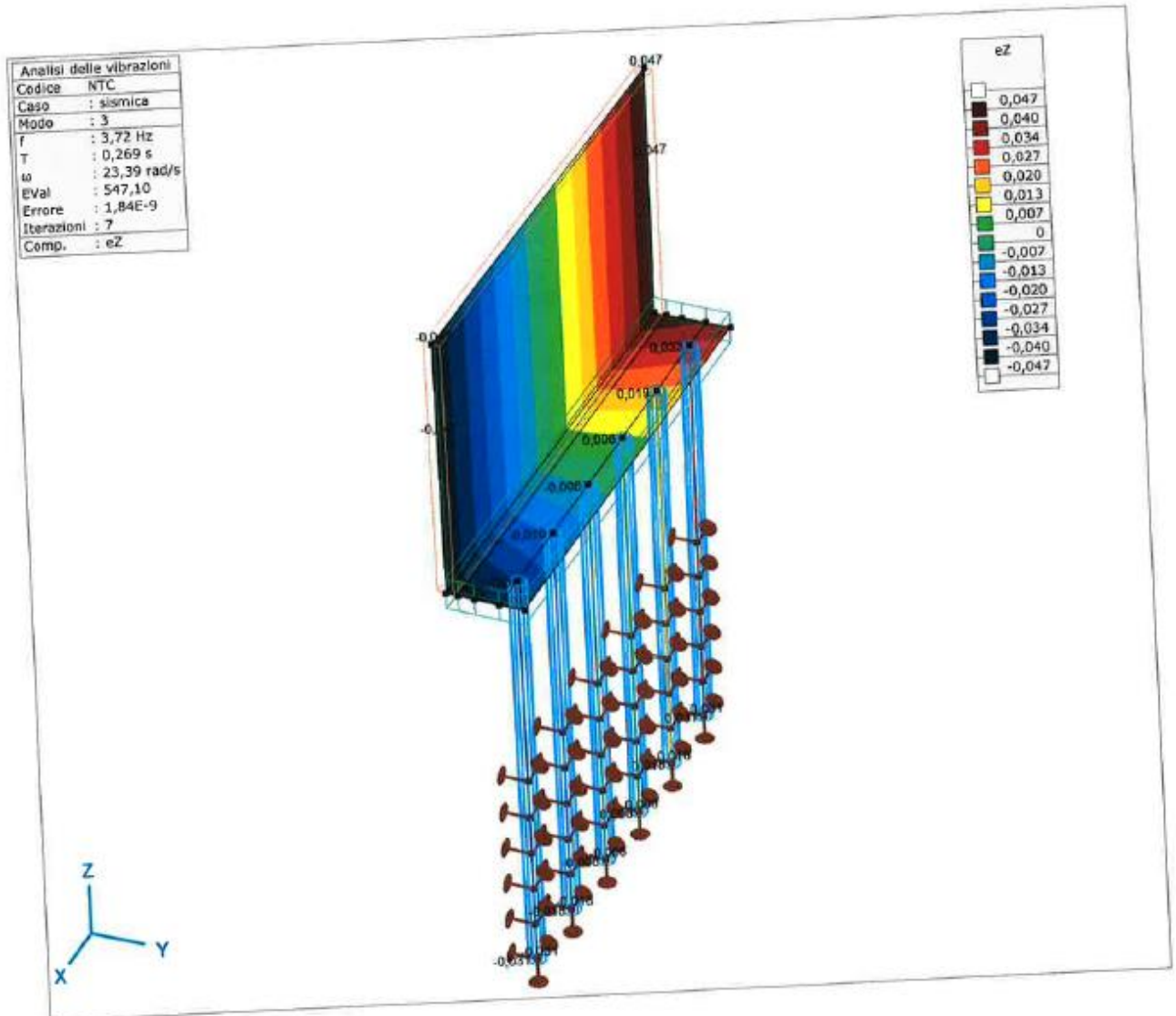
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

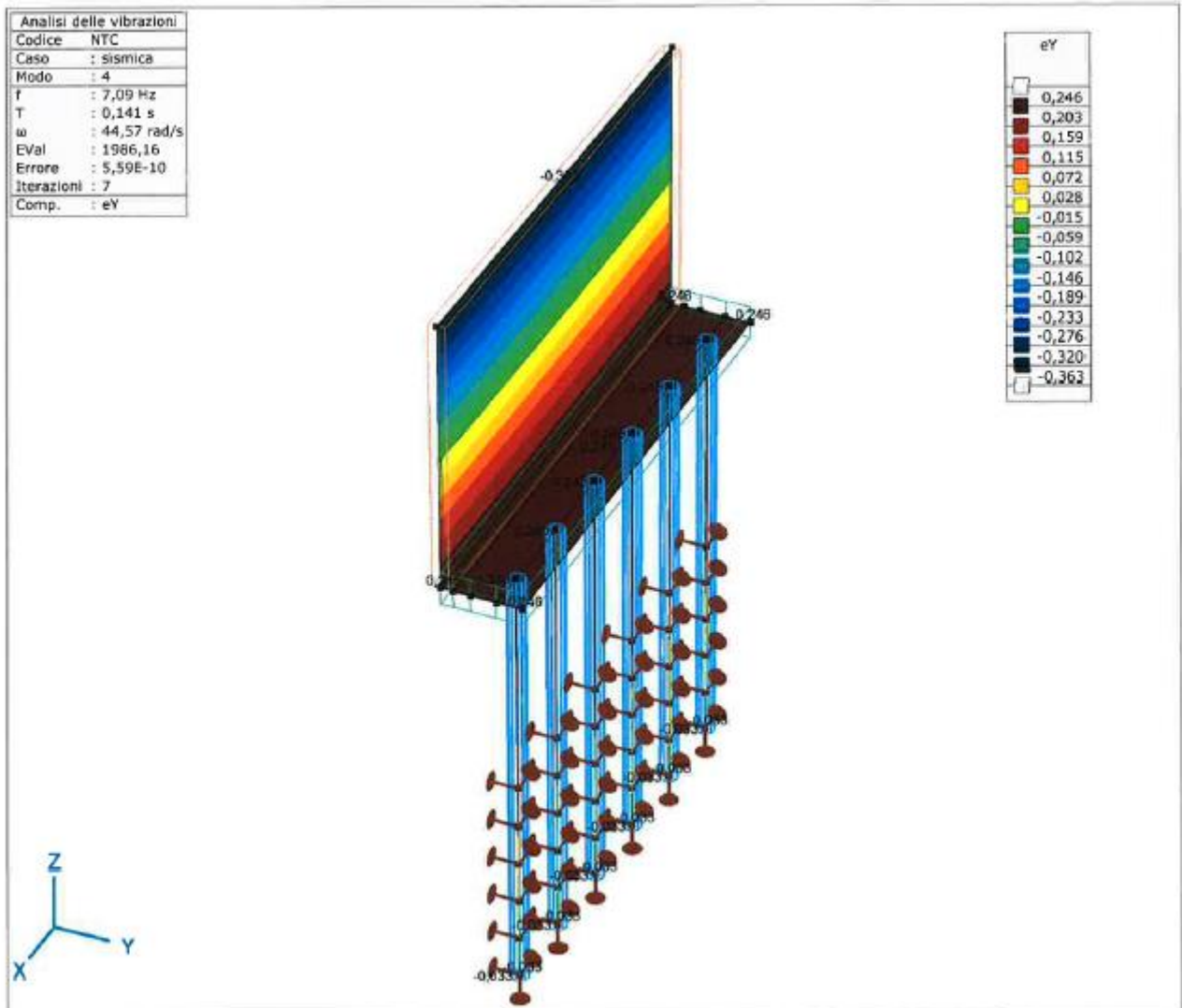
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture



VIBRAZIONI







SOLLECITAZIONI

N_x = Azioni assiali in direzione X

N_y = Azioni assiali in direzione Y

M_z = Momenti flettenti in direzione Z

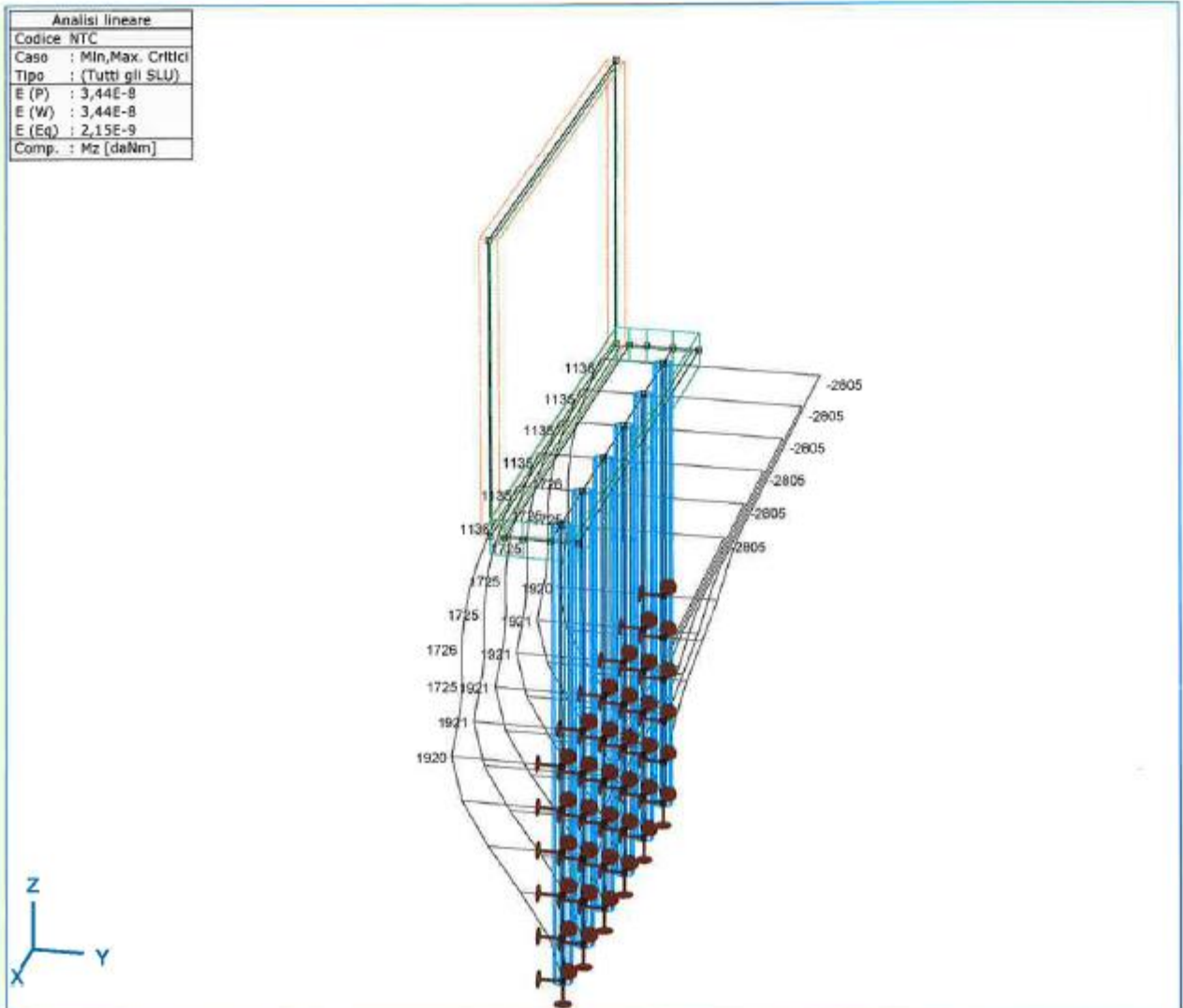
M_y = Momenti flettenti in direzione Y

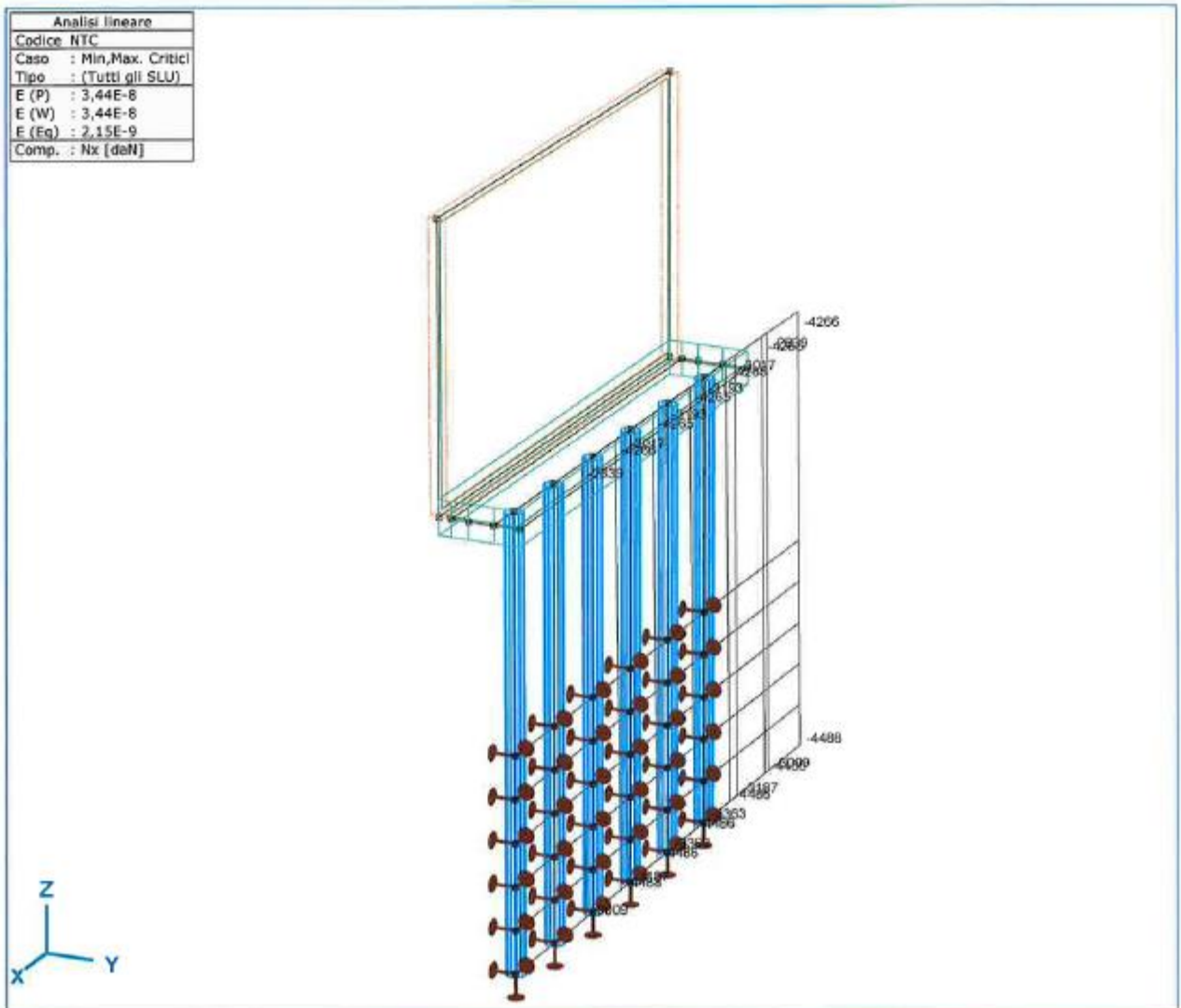
V_y = Azioni taglianti in direzione Y

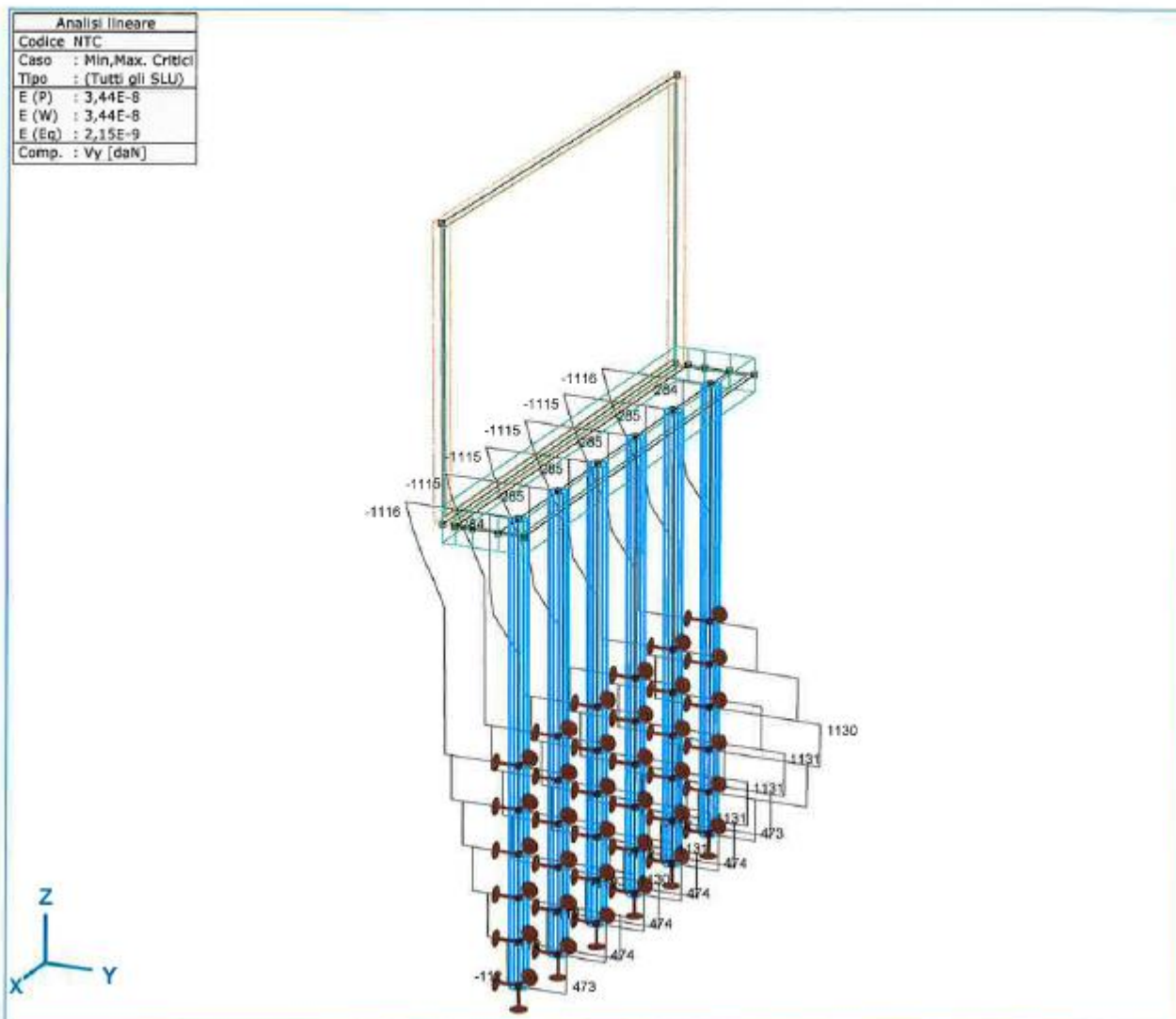
V_z = Azioni taglianti in direzione Z

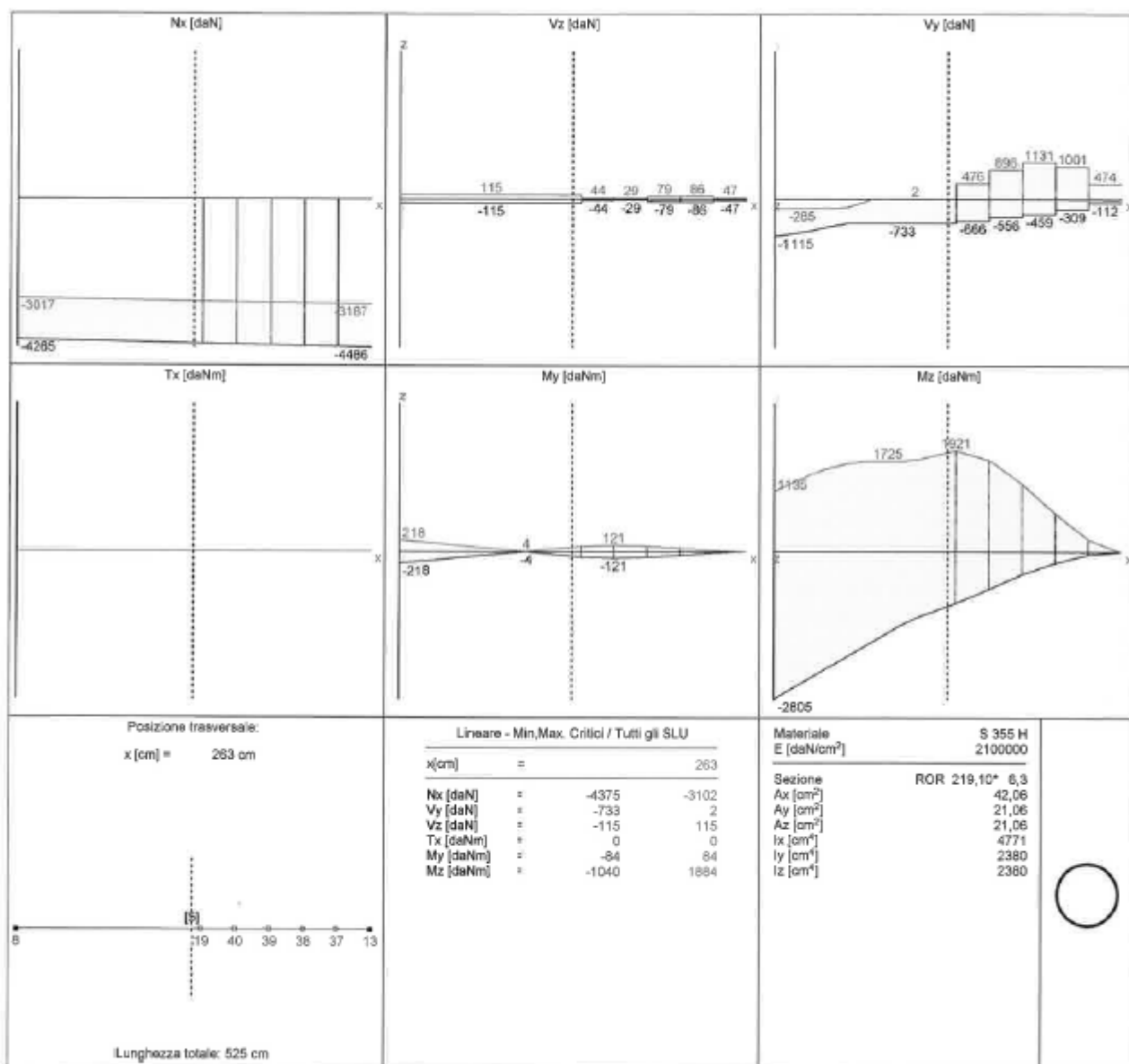
R_y = Reazioni vincolari in direzione Y

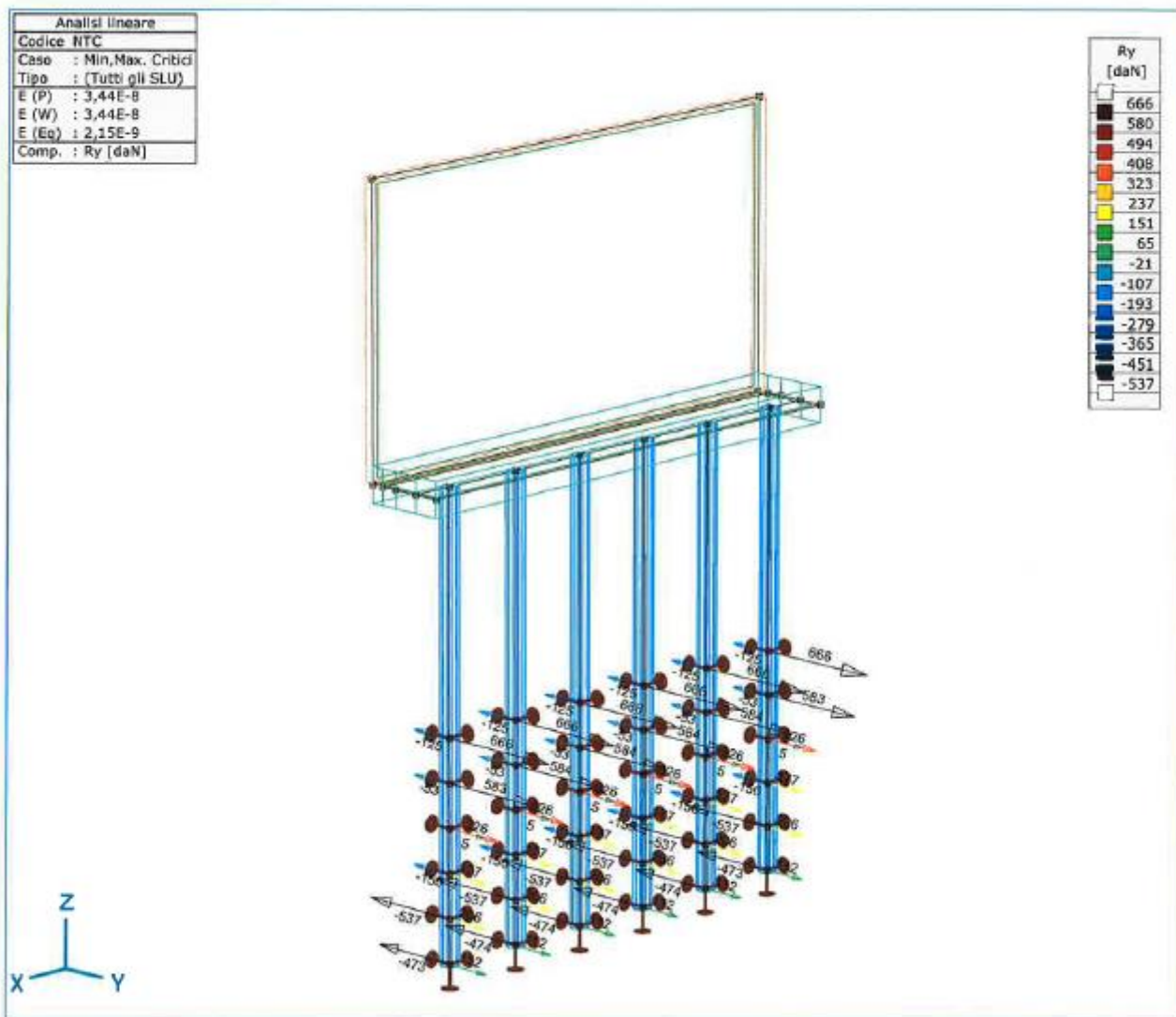
R_z = Reazioni vincolari in direzione Z

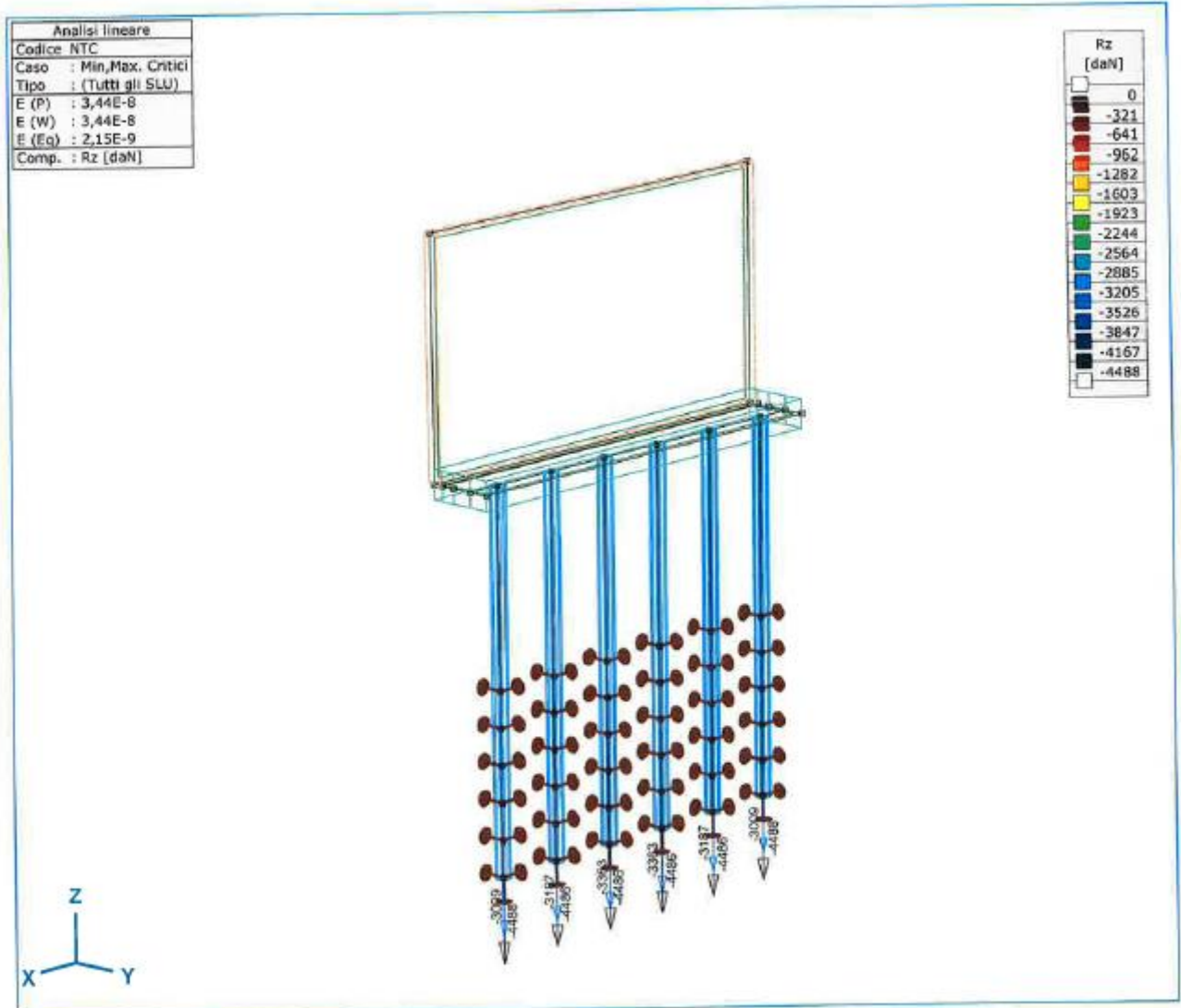


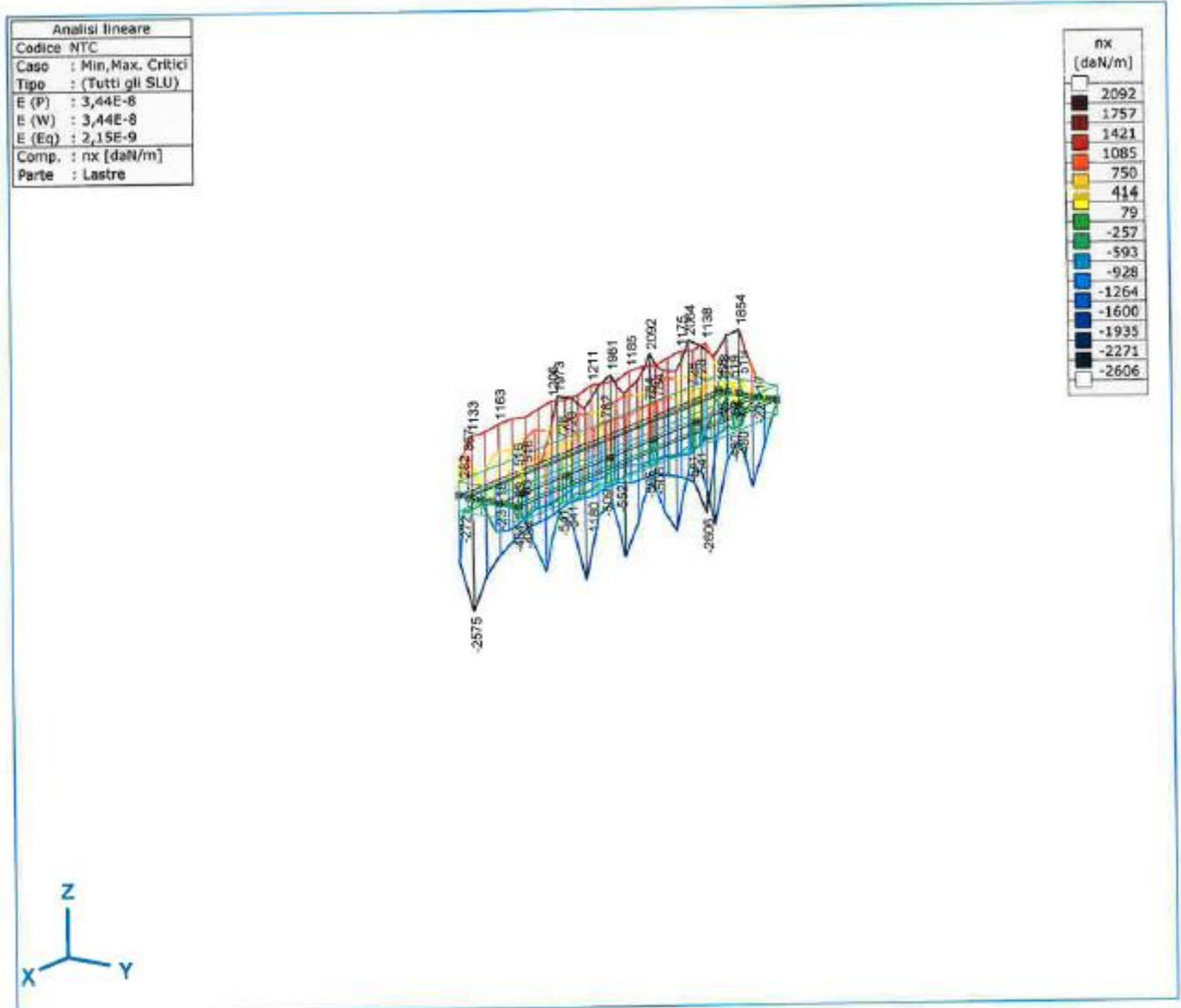


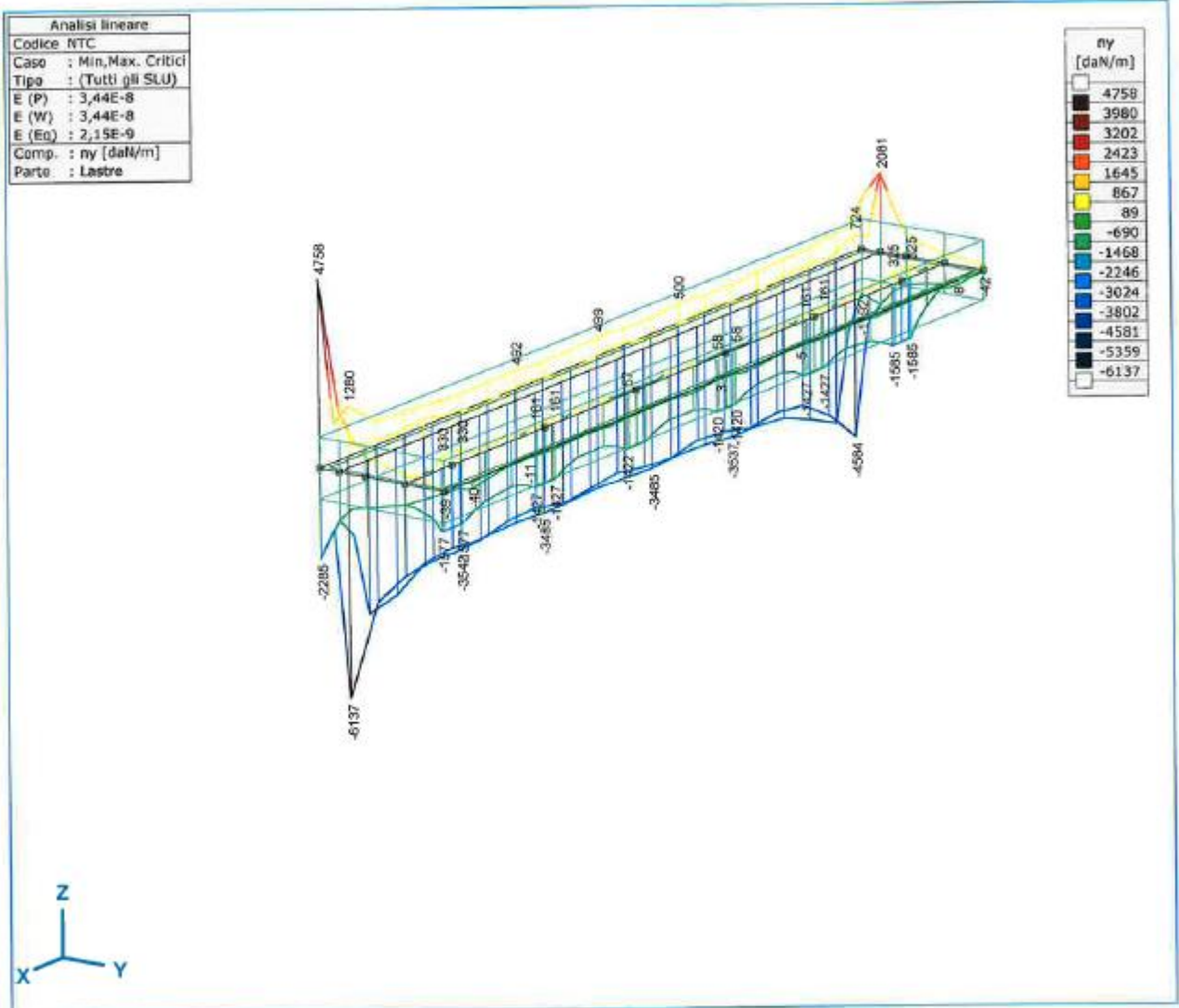


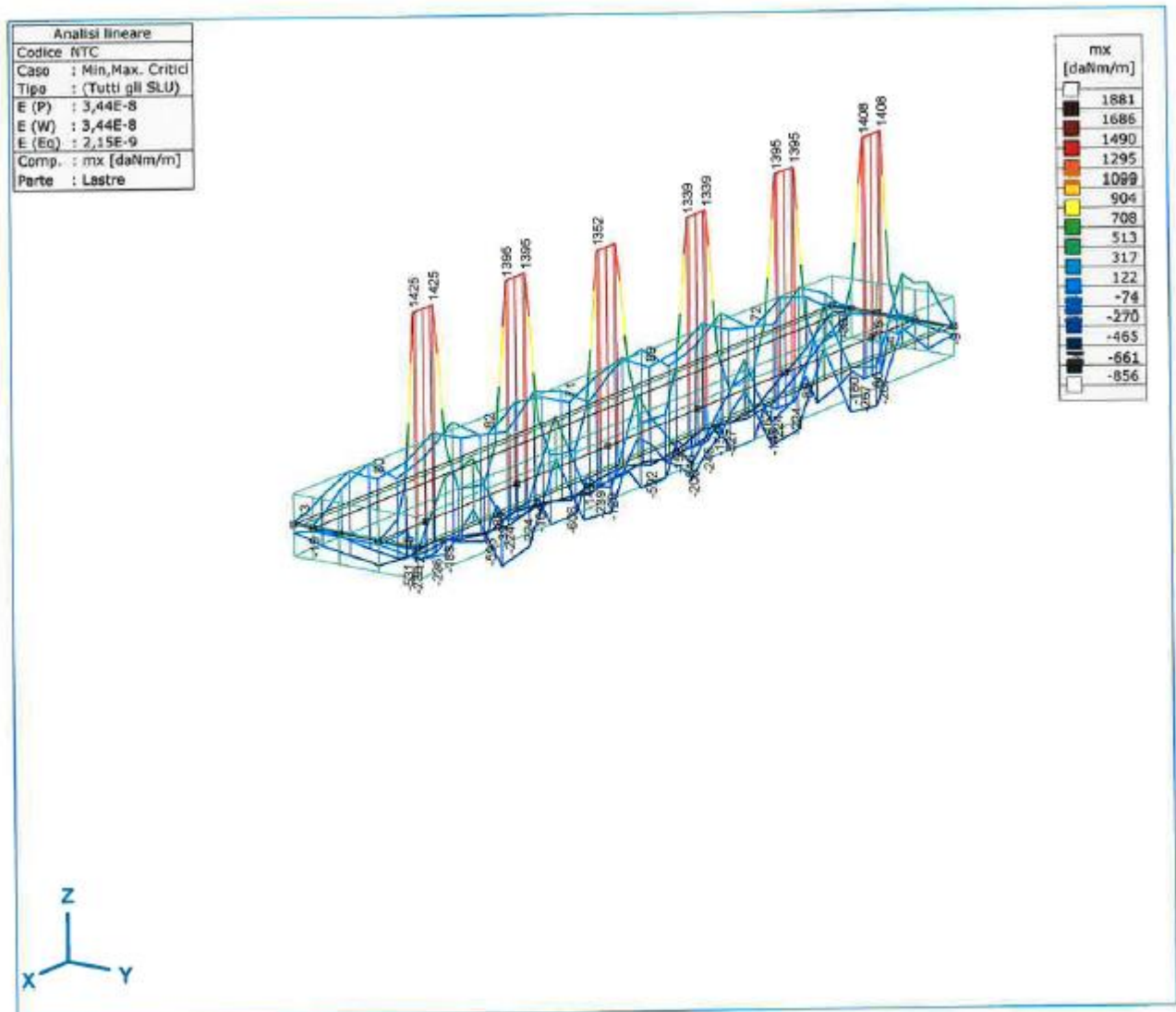


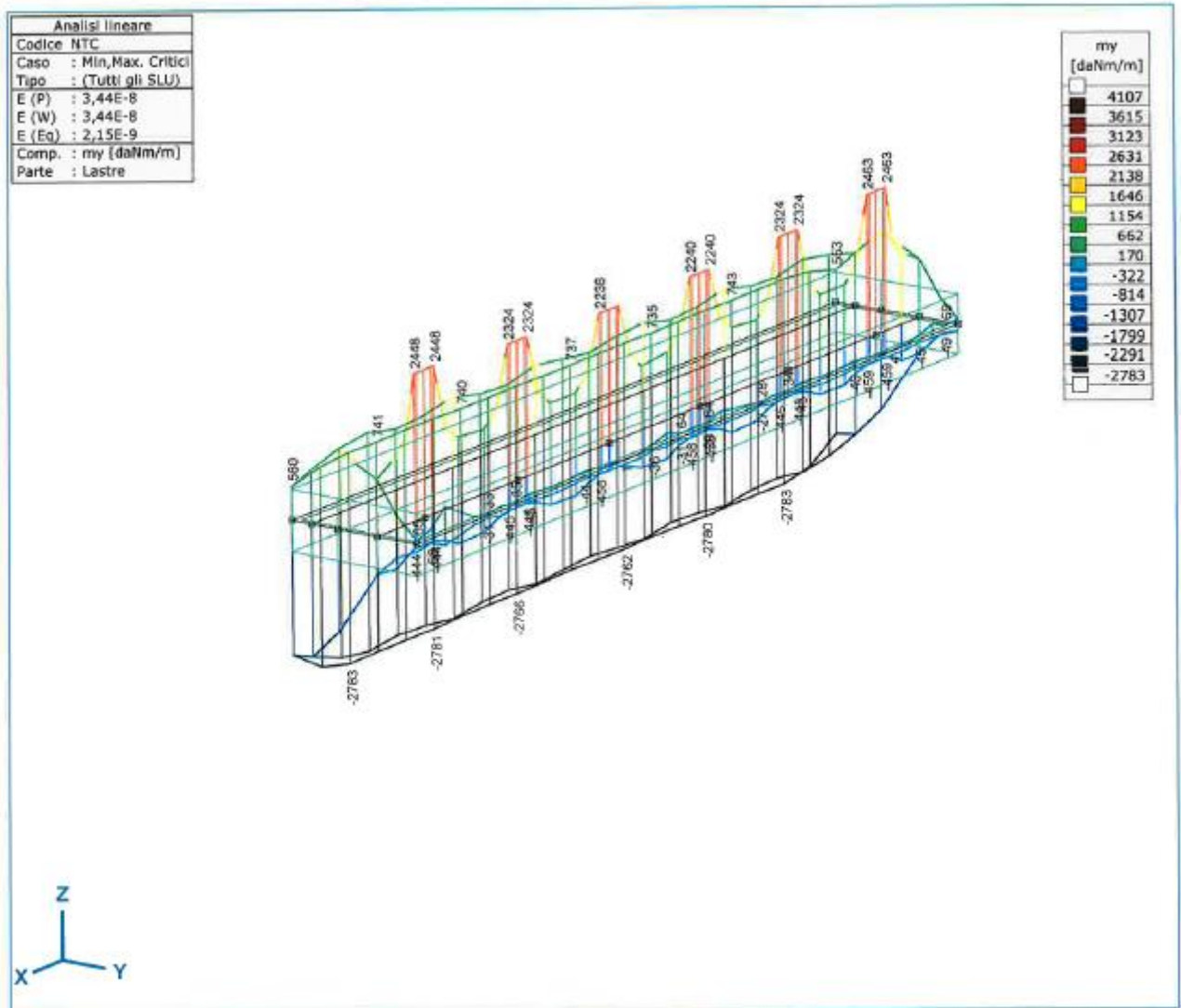


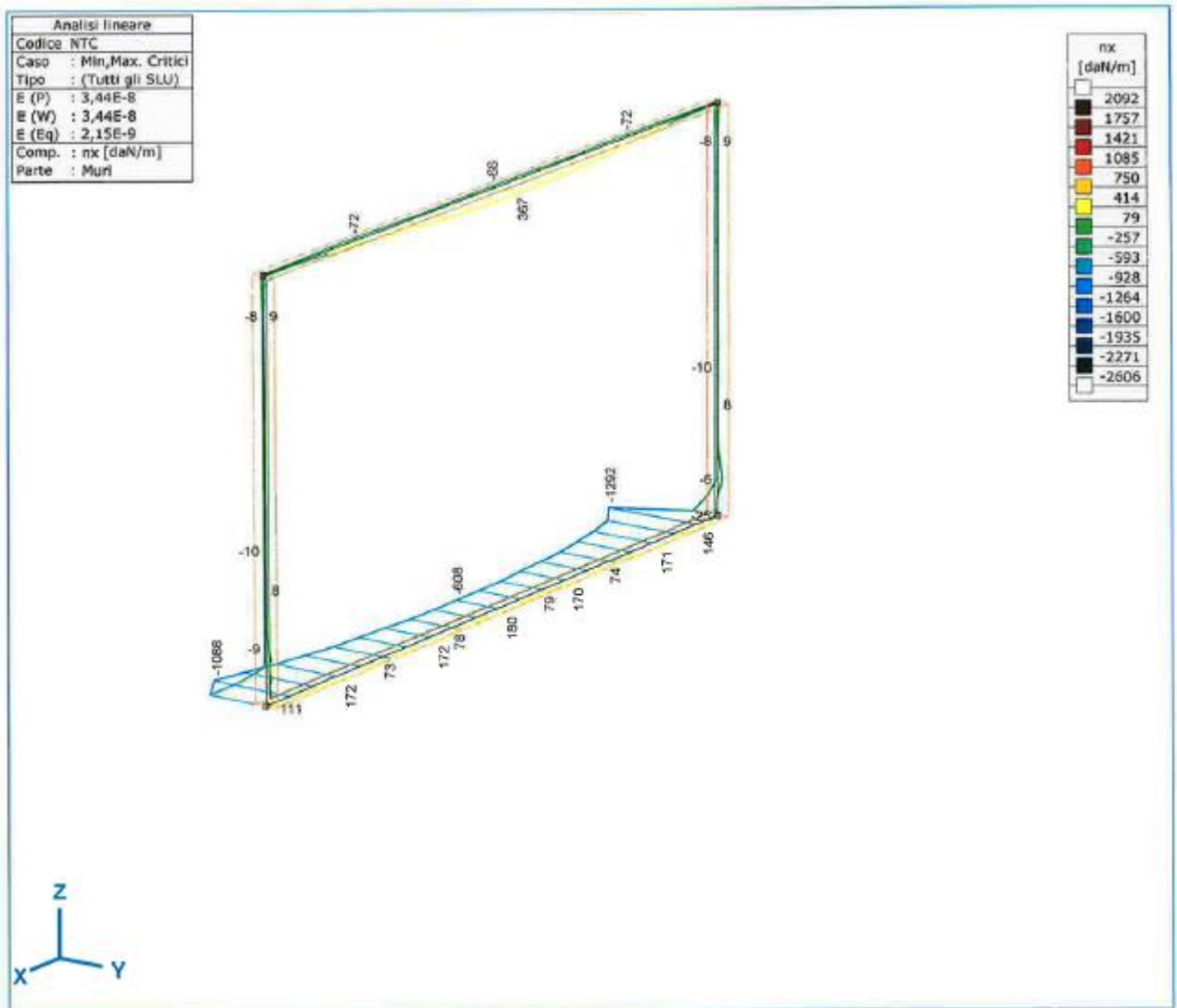


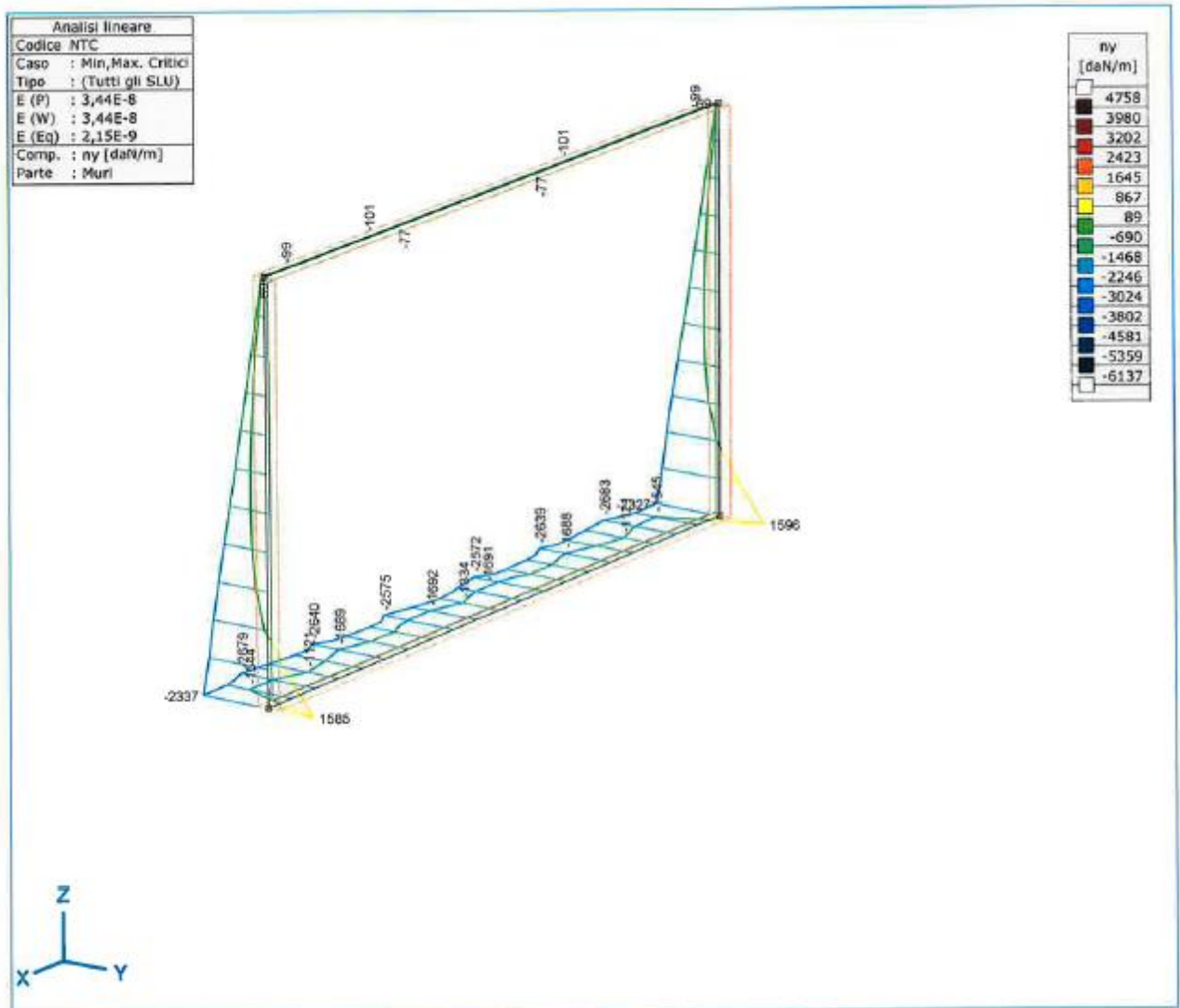


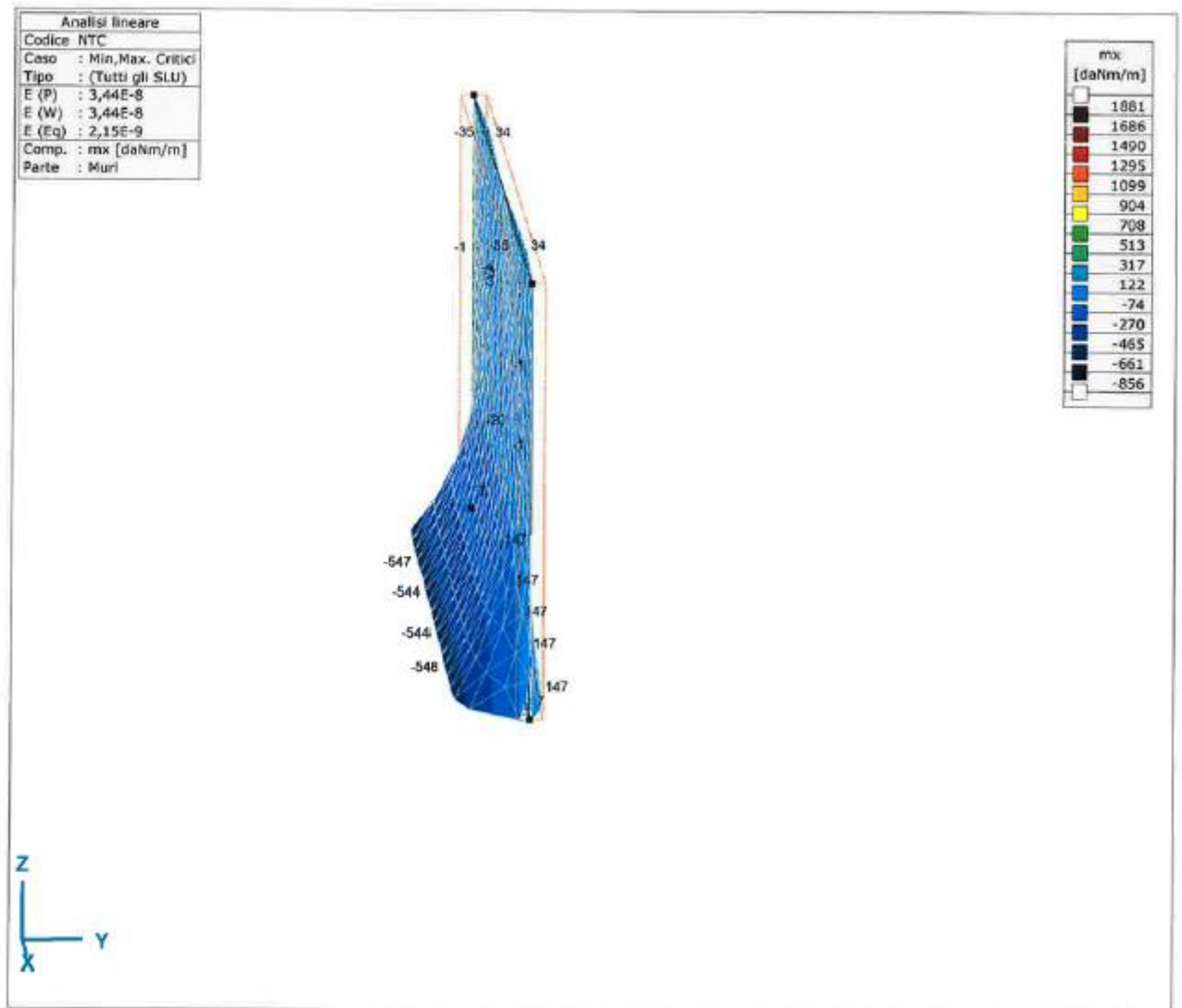


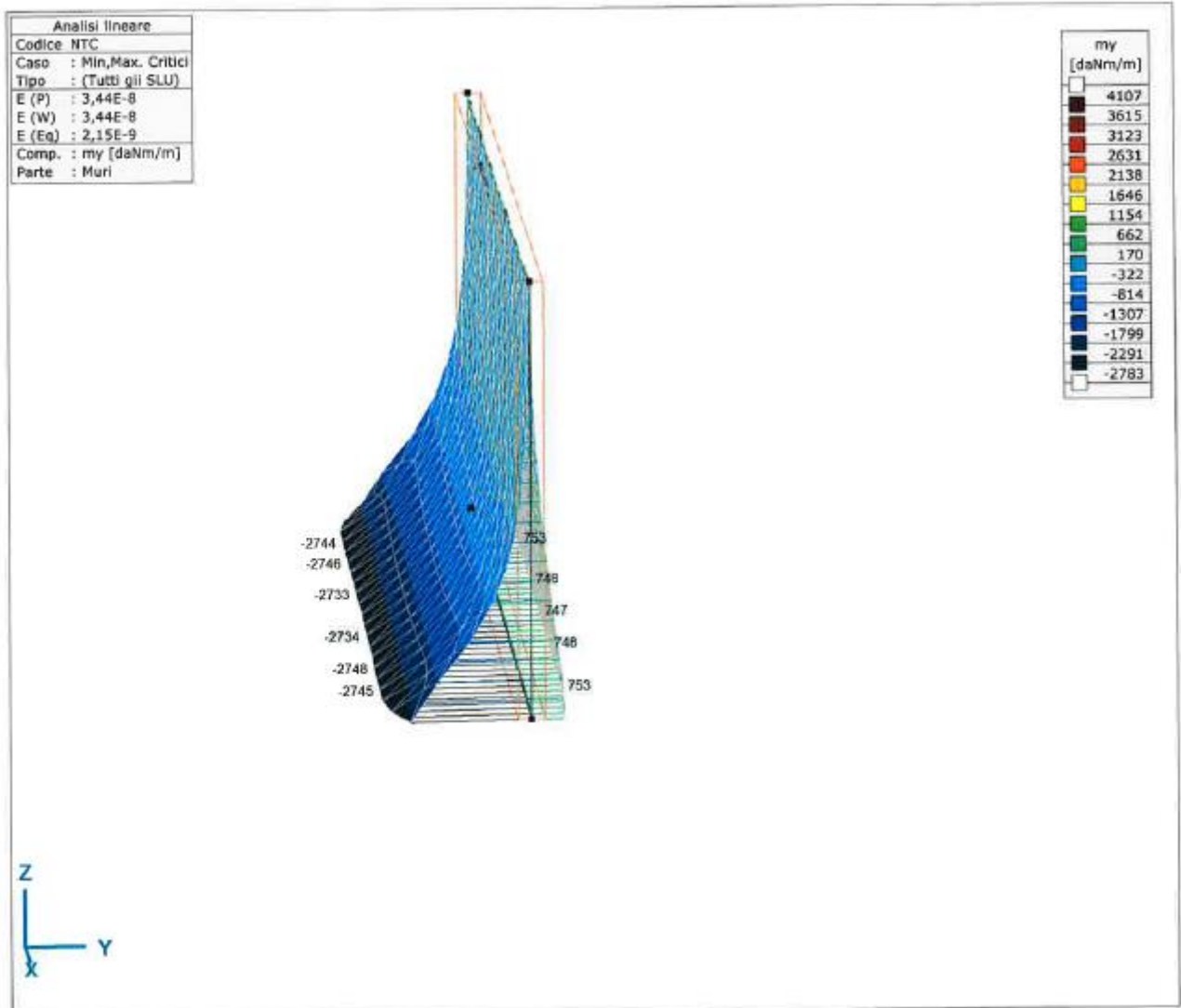












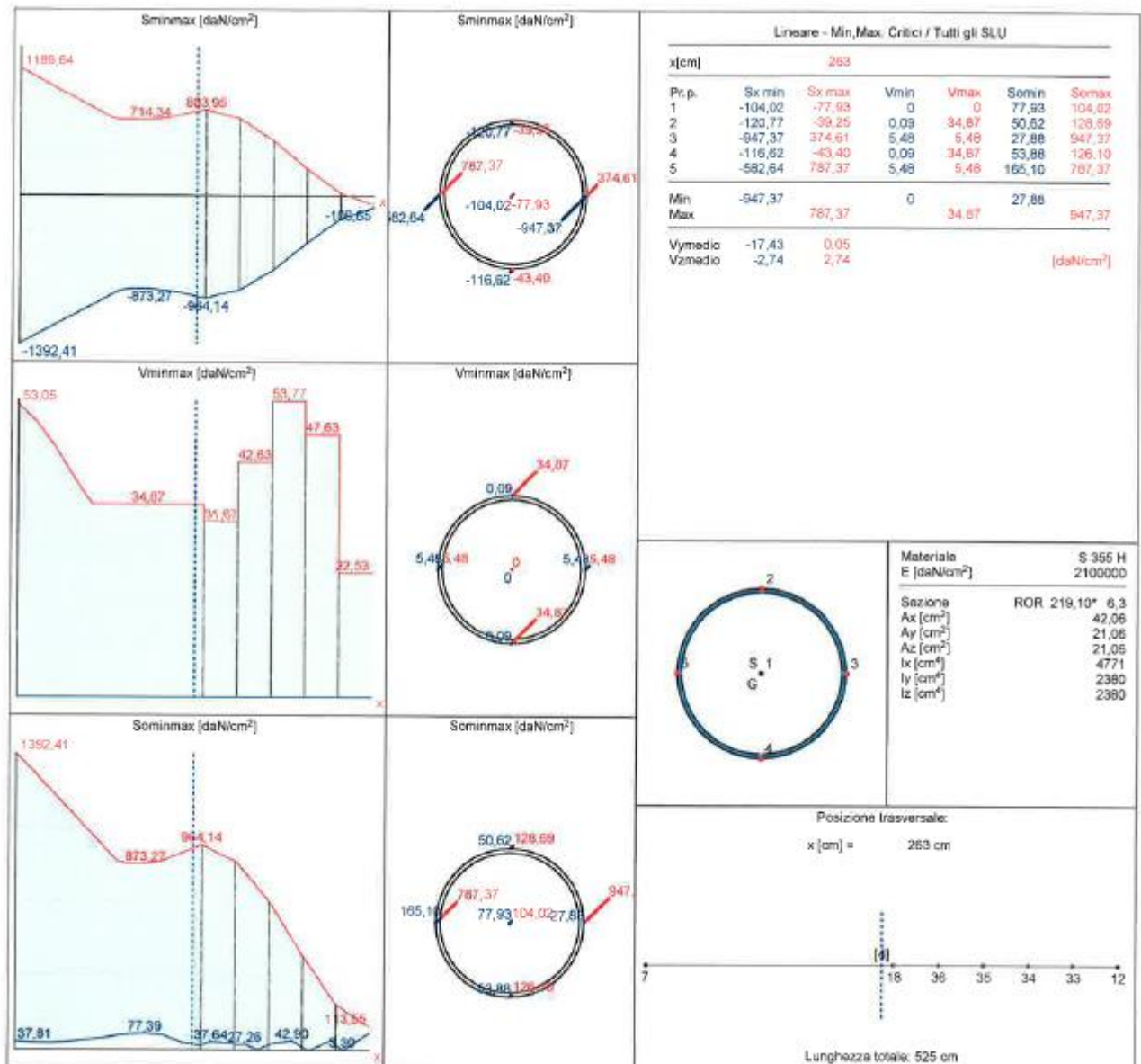


LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture



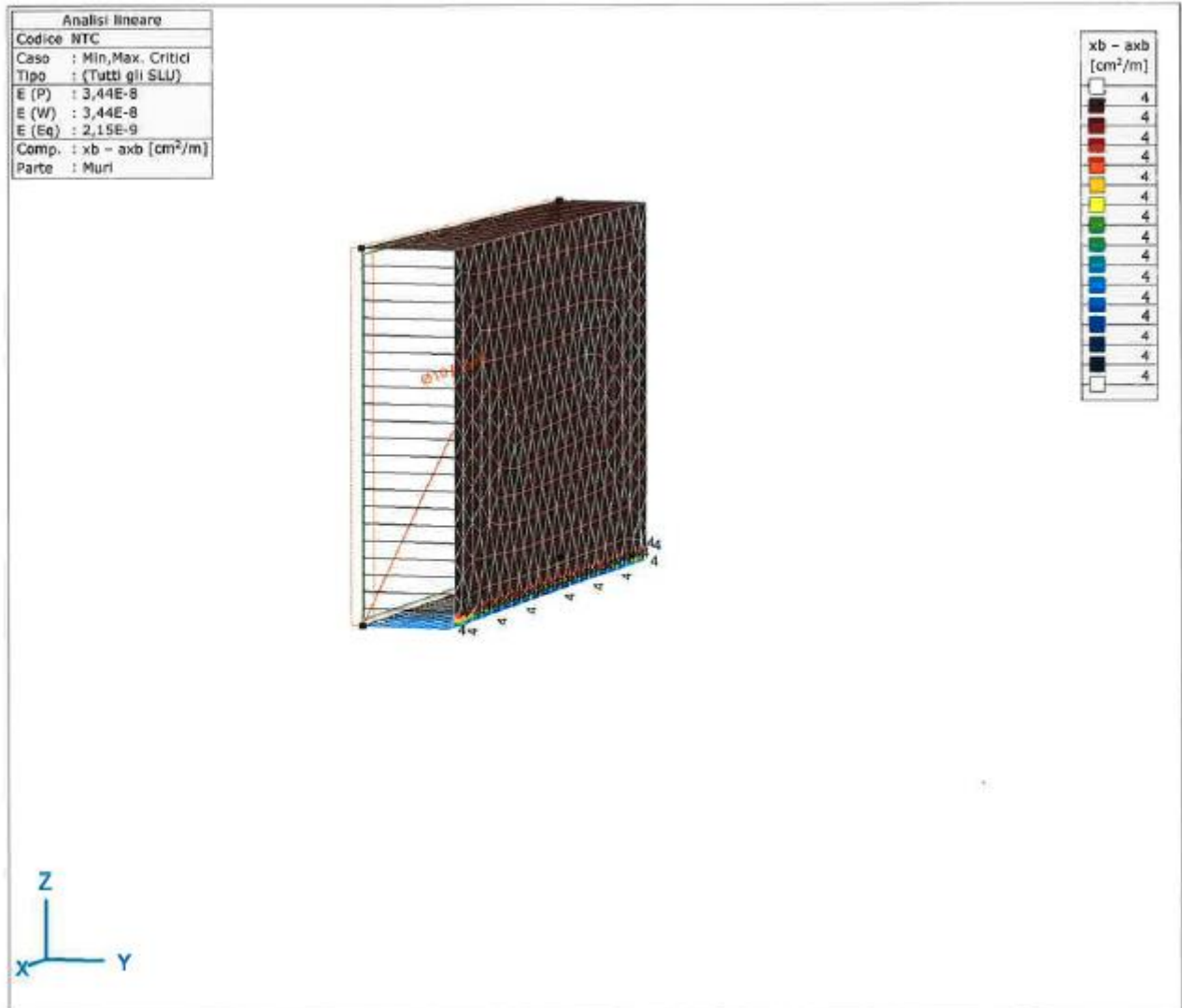
VERIFICA SOLLECITAZIONI ARMATURA MICROPALI

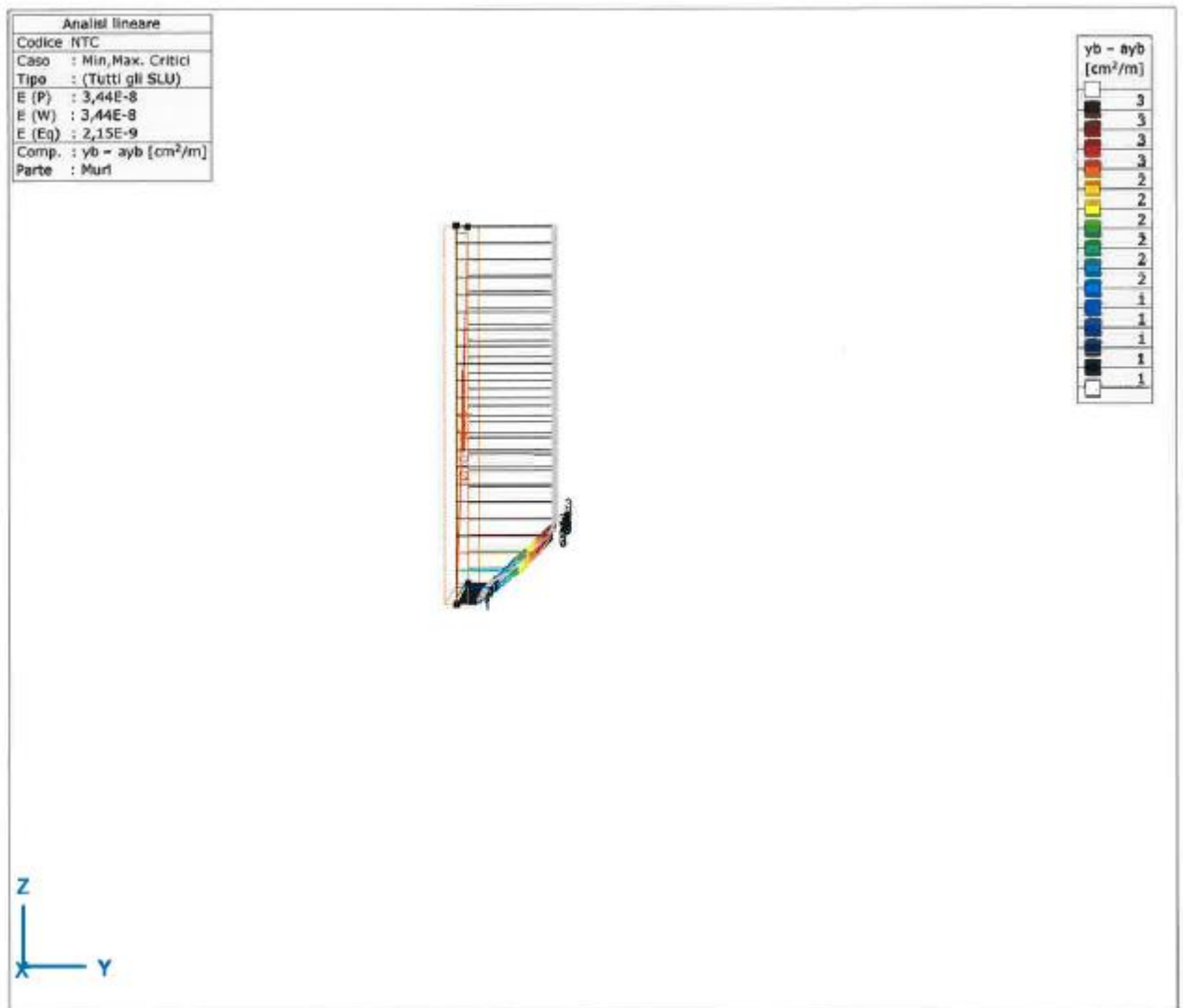


VERIFICA ARMATURE

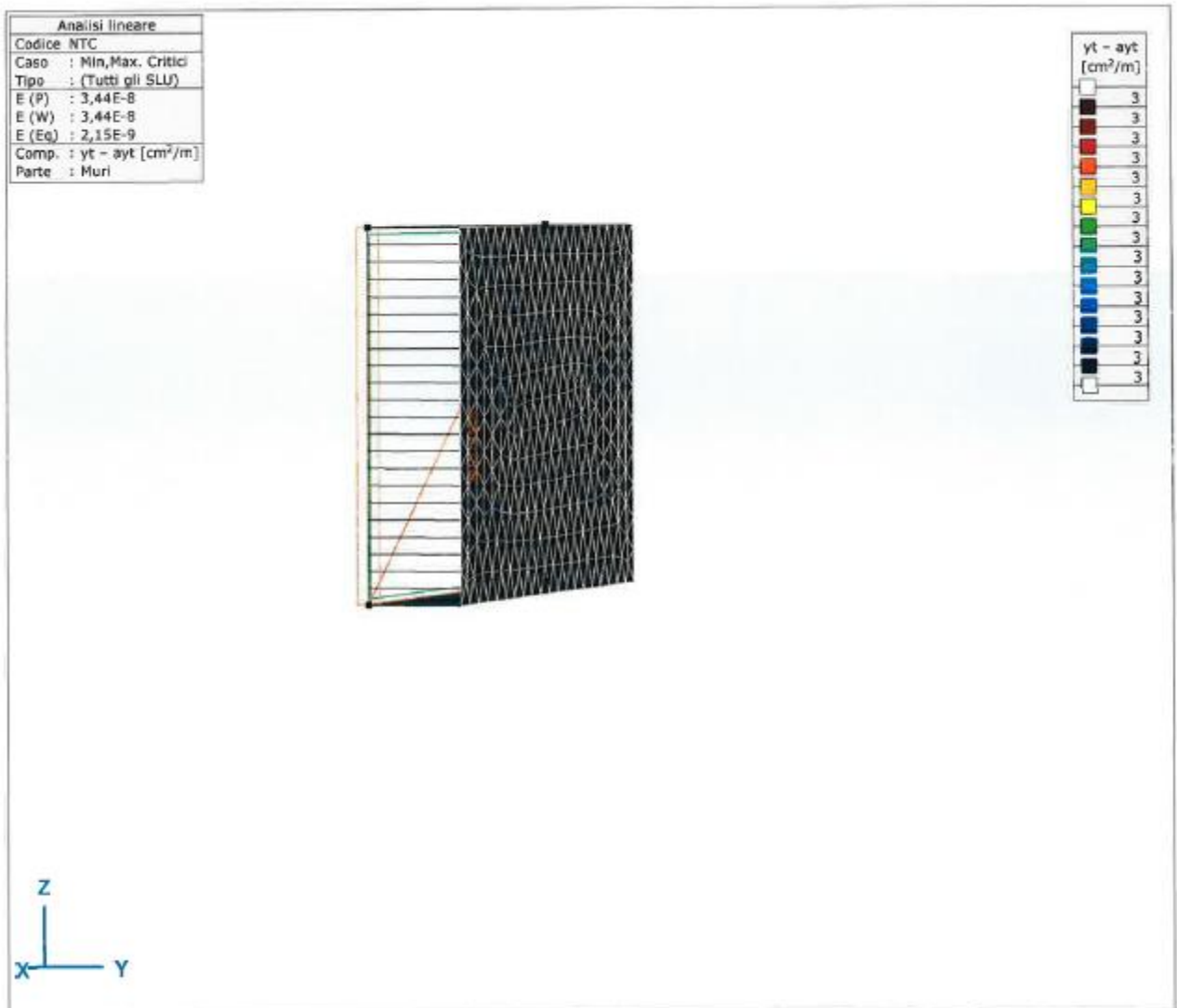
MURO D'ARGINE

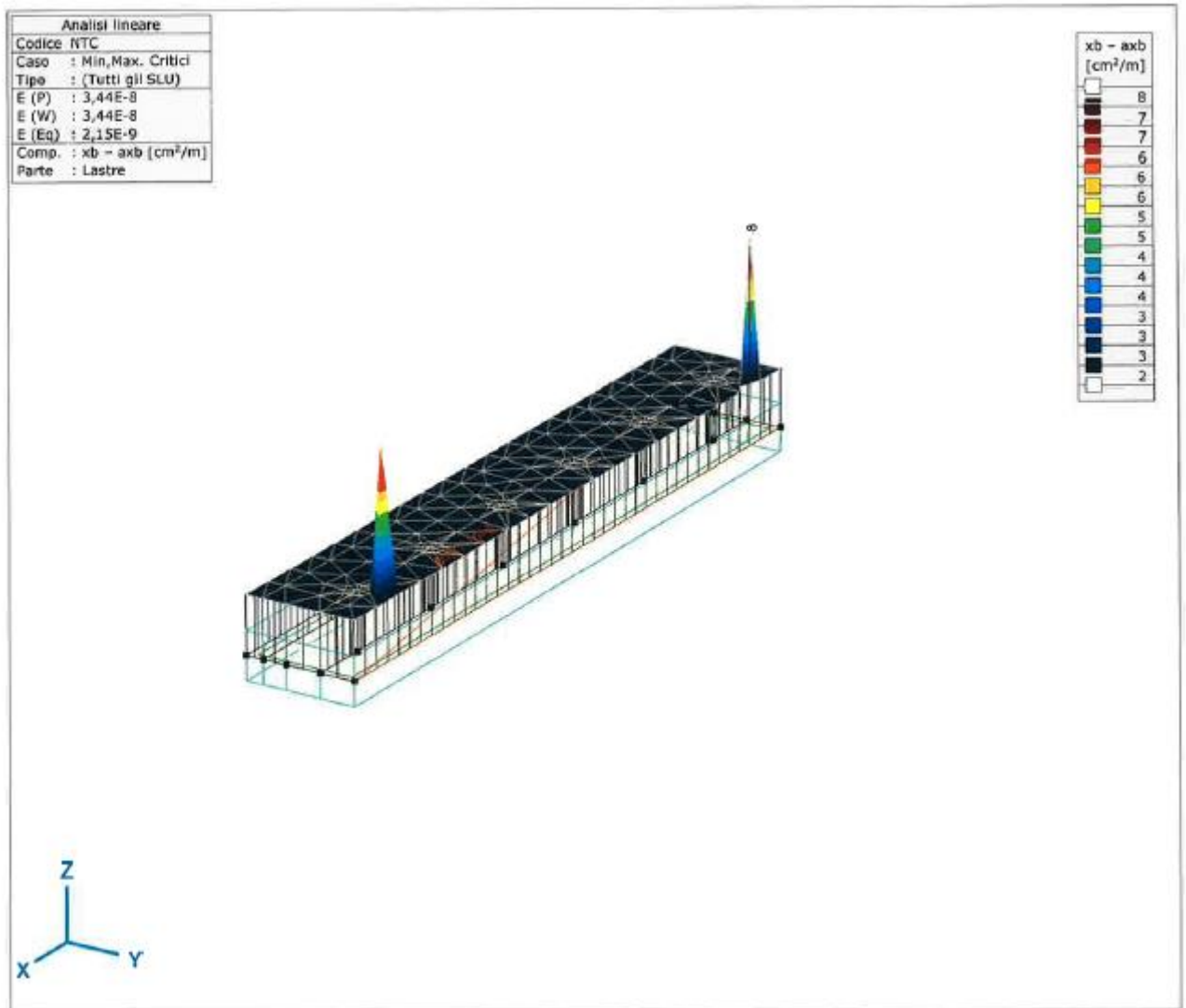
| | |
|---------|--|
| Xb-aXb: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione x |
| yb-ayb: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione y |
| xt-axt: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione x |
| yt-ayt: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione y |
| wk(b): | apertura delle fessure secondo l'asse inferiore delle armature |
| wk(t): | apertura delle fessure secondo l'asse superiore delle armature |

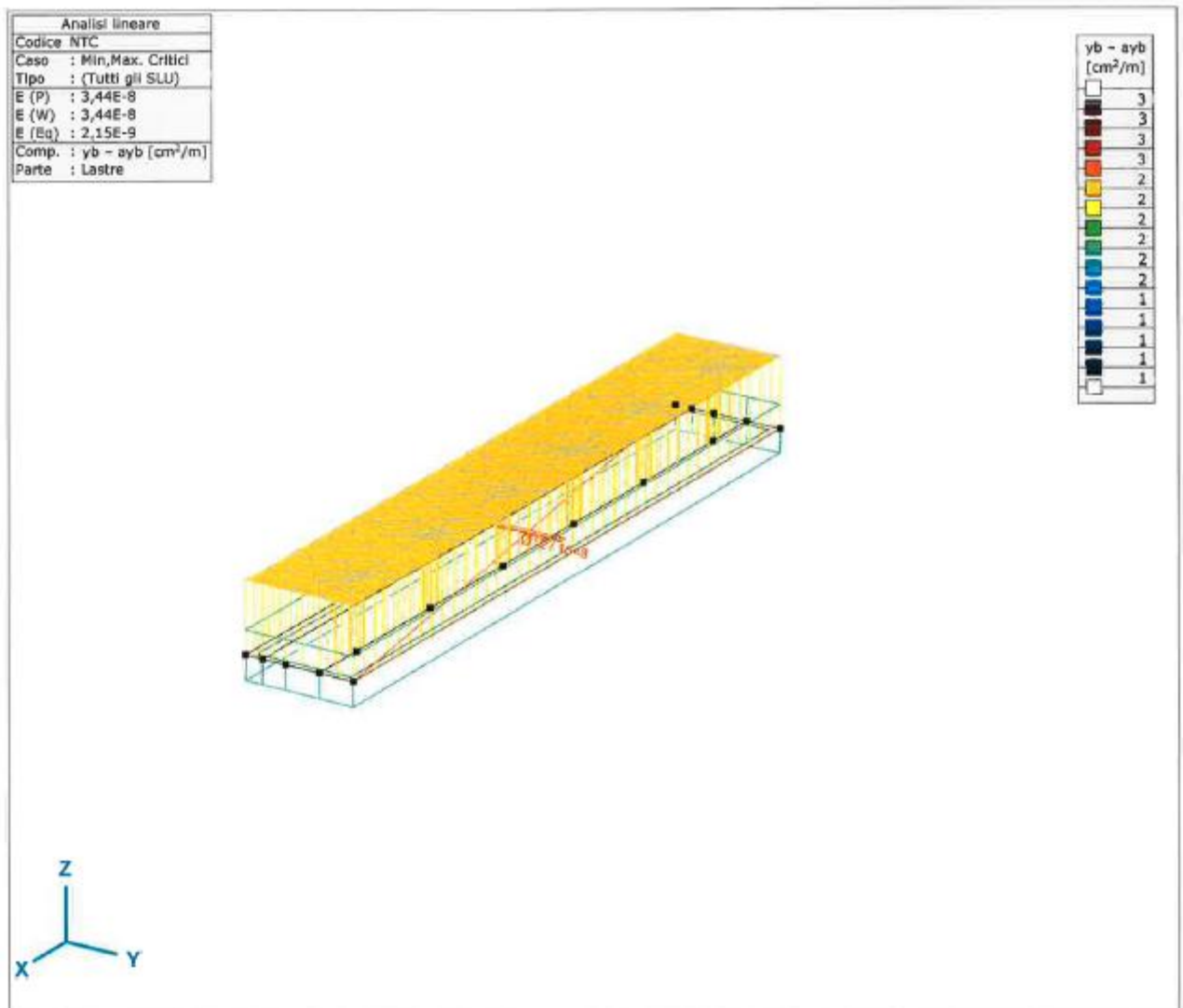


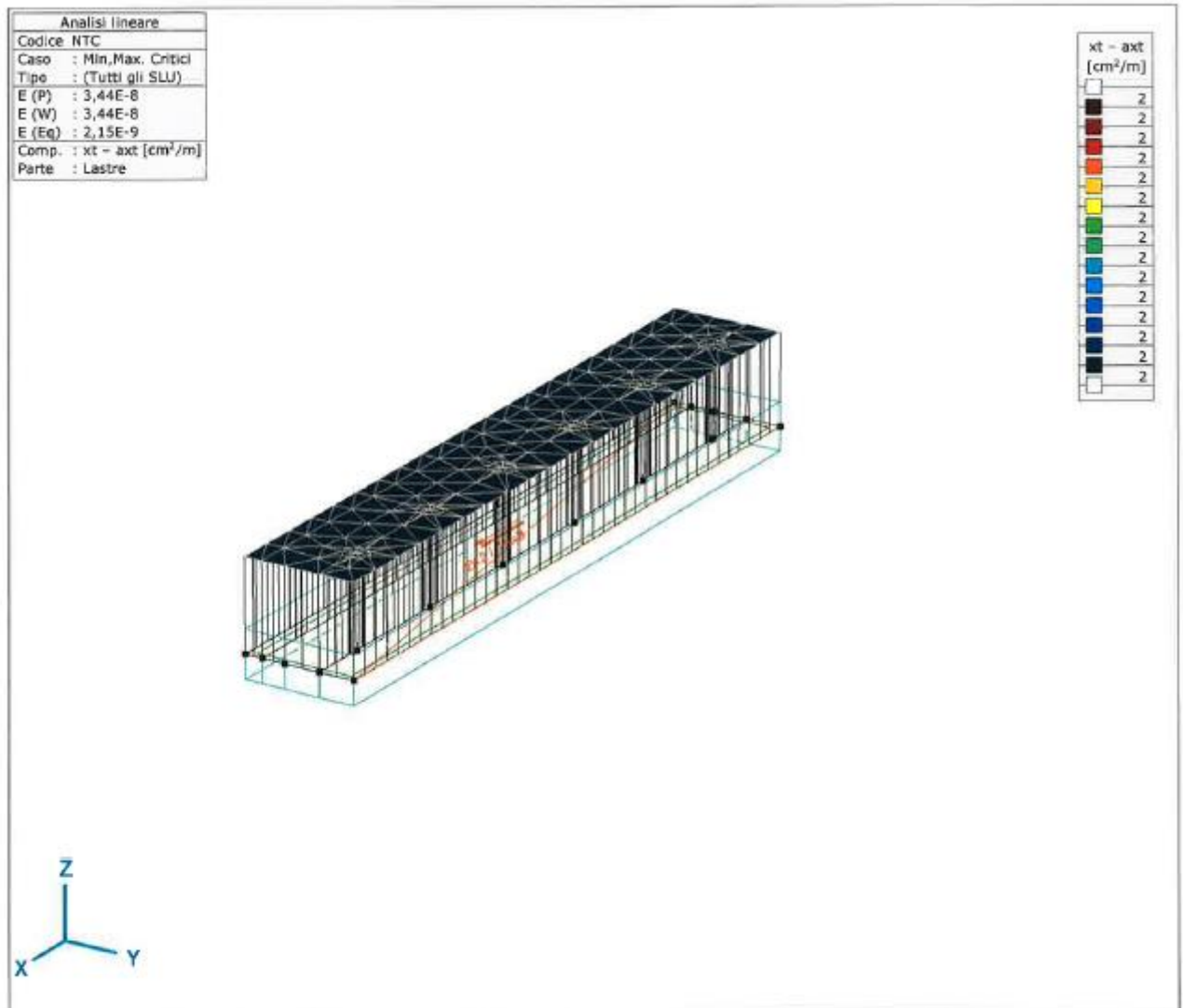




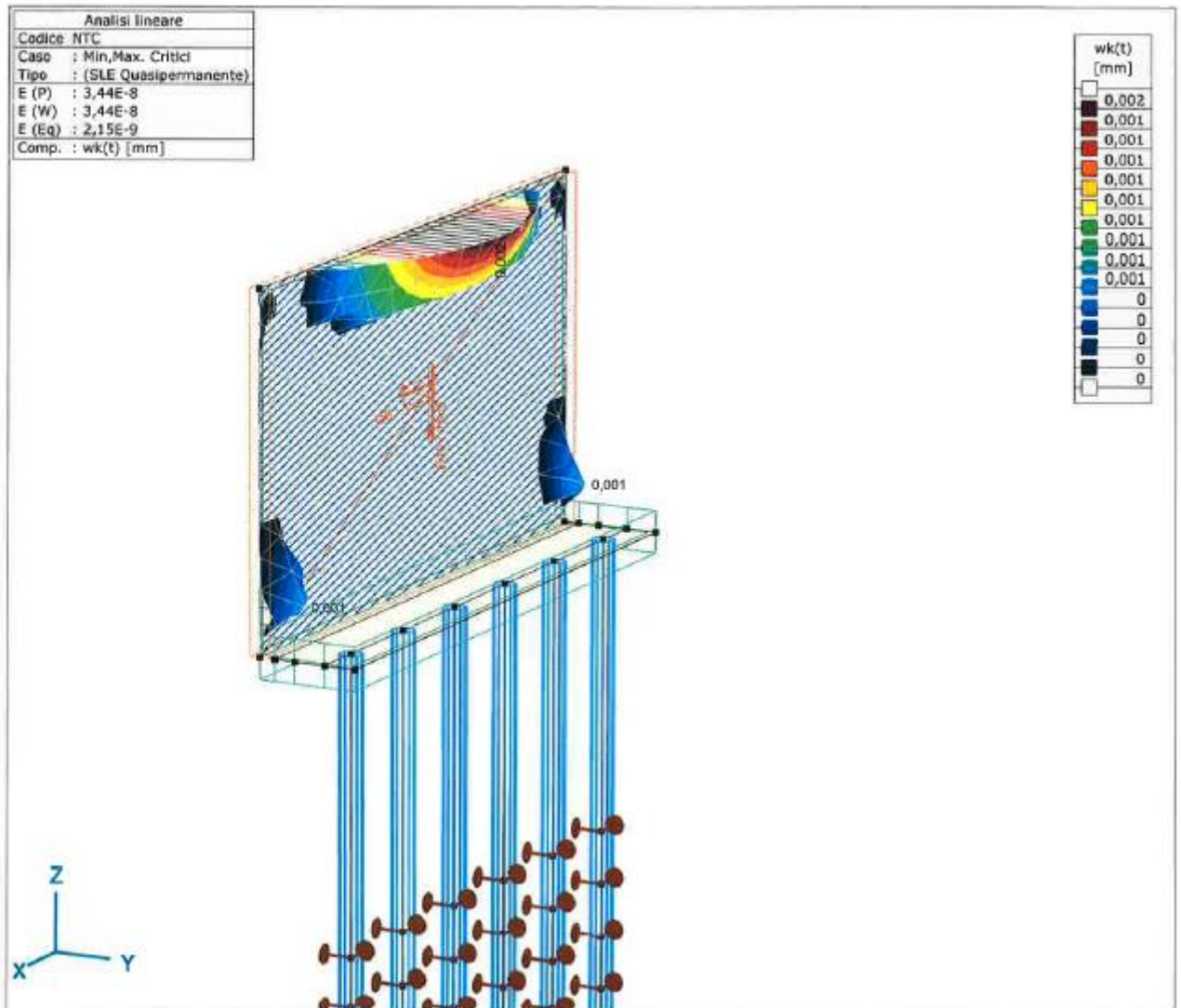


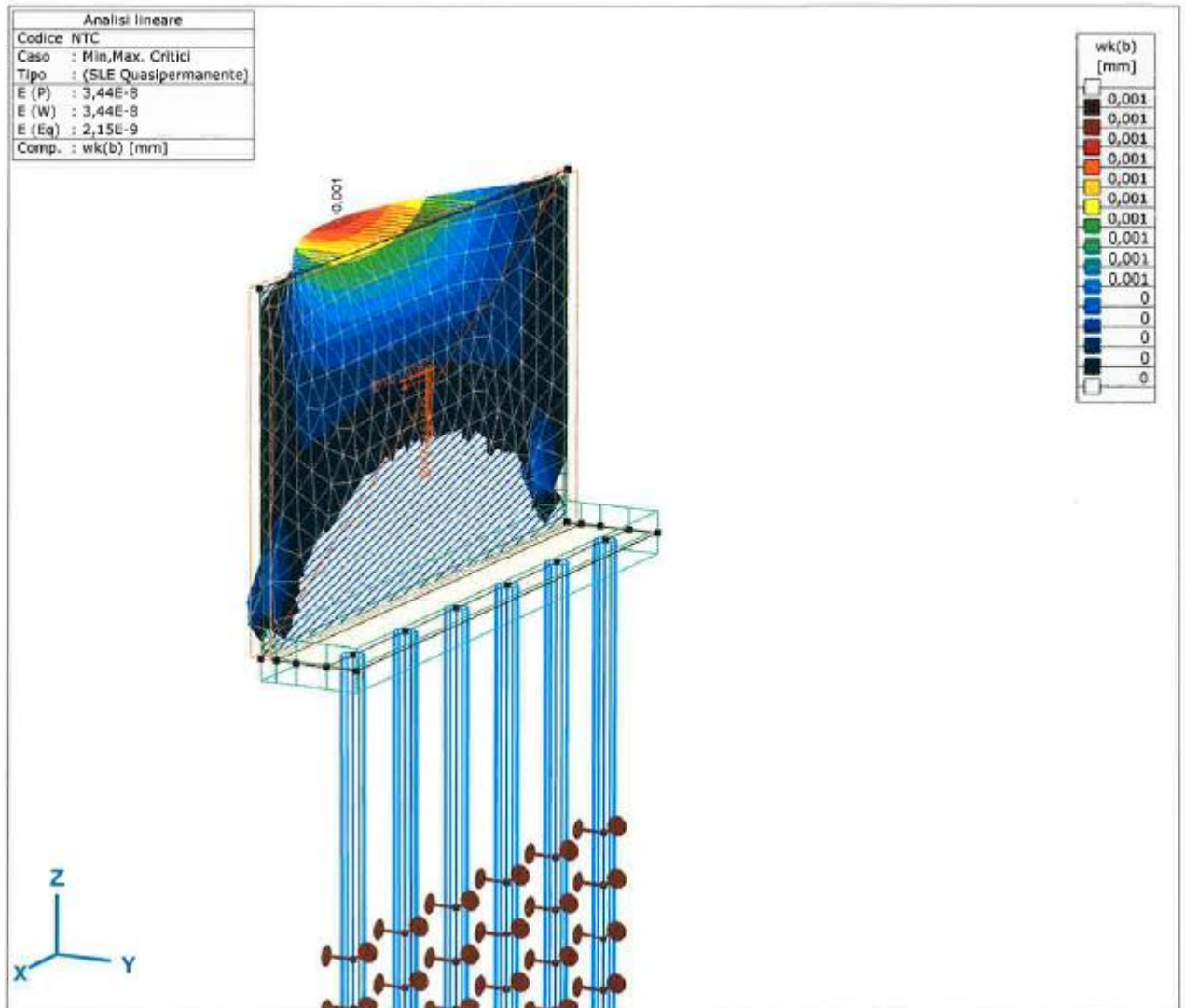












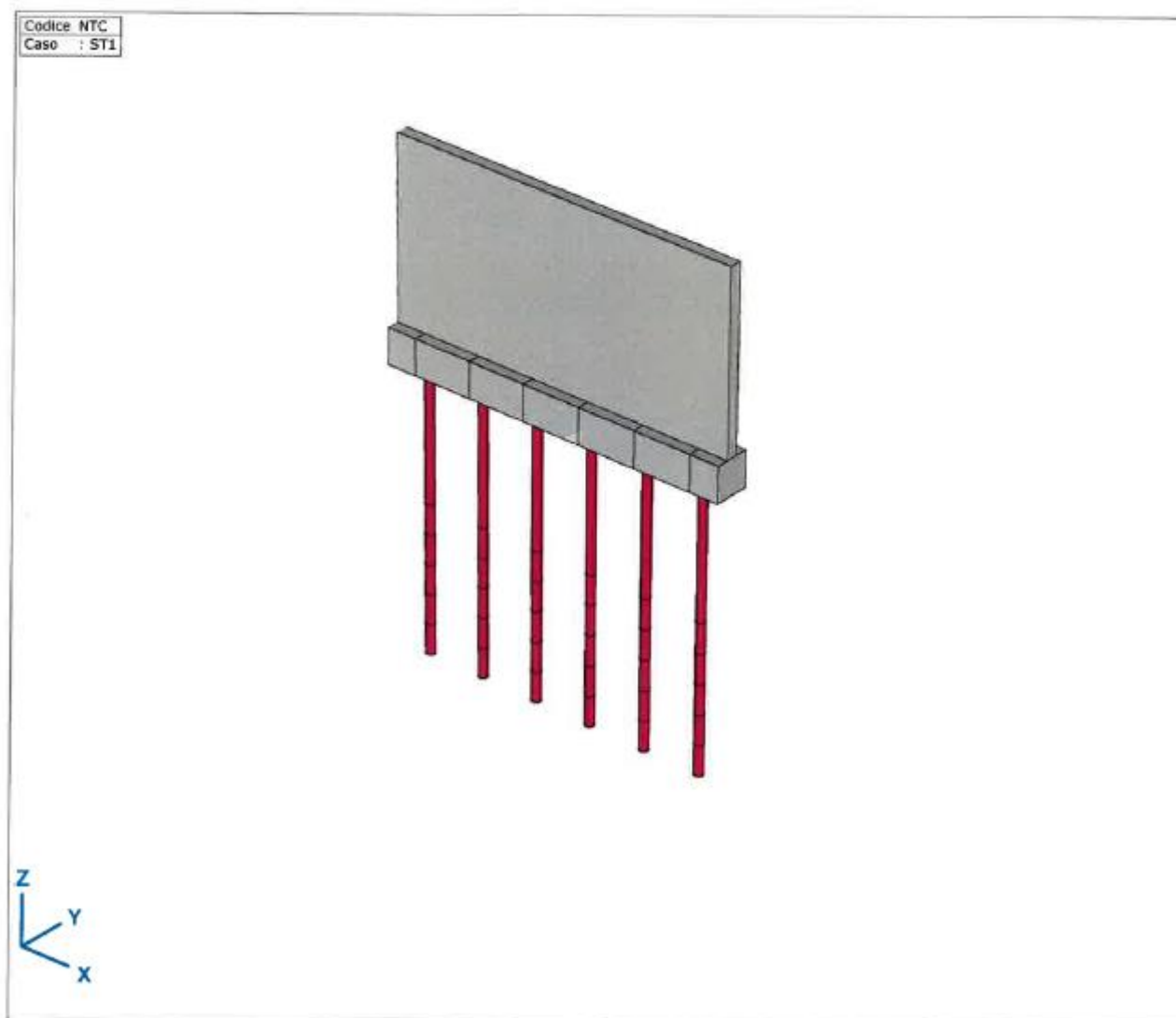
VERIFICA COEFFICIENTI DI SICUREZZA MOLLE

h= profondità da piano di campagna

| | | | |
|-----------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| h = 2.50m | $R_{My} = 1373 \text{ daN}$ | $R_y = 666 \text{ daN}$ | $\gamma = 2.66 > 1.3$ |
| h = 3.00m | $R_{My} = 2440 \text{ daN}$ | $R_y = 583 \text{ daN}$ | $\gamma = 4.18 > 1.3$ |
| h = 4.50m | $R_{My} = 6102 \text{ daN}$ | $R_y = 537 \text{ daN}$ | $\gamma = 11.3 > 1.3$ |
| h = 5.00m | $R_{My} = 11770 \text{ daN}$ | $R_y = 4488 \text{ daN}$ | $\gamma = 2.62 > 2.3$ |

MURO DEL SANTUARIO DI MADONNA DELLE GRAZIE VECCHIE 6.1.2 TRATTI A-B e C-D

MODELLO



muro mattoni: Carichi distribuiti su travi e nervature

| | Tipo | Lunghezza [cm] | a/d | Pos. | p_x [daN/m] | p_y [daN/m] | p_z [daN/m] | m_{lor} [daNm/m] |
|---|------------|-------------------|-----|-------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | Asta G ln. | 600 | a | 0 | 0 | 0 | -650 | 0 |
| | | | | 1,000 | 0 | 0 | -650 | 0 |

Tipo: Tipo carico; Lunghezza: Lunghezza trave; a/d: Posizione per coefficiente(a) o per lunghezza(d); * = Attraverso; Pos.: Posizione; p_x , p_y , p_z : Componente forza di carico; m_{lor} : Componente momento di carico;

muro mattoni: Carico lineare su superficie

| | Direzione | p_x [daN/m] | p_y [daN/m] | p_z [daN/m] | p_m [daNm/m] | X [cm] | Y [cm] | Z [cm] | Direzione | dL [cm] |
|----|-----------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 41 | Globale | 0 | 0 | -120 | 0 | 0 | 0 | 330 | - | 0 |
| | | 0 | 0 | -120 | 0 | 600 | 0 | 330 | - | 600 |

p_x , p_y , p_z : Componente forza di carico; p_m : Componente momento di carico; X: Carico in direzione X; Y: Carico in direzione Y; Z: Carico in direzione Z;

H2O: Carichi distribuiti su travi e nervature

| | Tipo | Lunghezza [cm] | a/d | Pos. | p_x [daN/m] | p_y [daN/m] | p_z [daN/m] | m_{lor} [daNm/m] |
|---|------------|-------------------|-----|-------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | Asta G ln. | 600 | a | 0 | 0 | 980 | 0 | 0 |
| | | | | 1,000 | 0 | 980 | 0 | 0 |

Tipo: Tipo carico; Lunghezza: Lunghezza trave; a/d: Posizione per coefficiente(a) o per lunghezza(d); * = Attraverso; Pos.: Posizione; p_x , p_y , p_z : Componente forza di carico; m_{lor} : Componente momento di carico;

vento y: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|---------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | $p_X =$ | 0 |
| | | | | | $p_Y =$ | 90 |
| | | | | | $p_Z =$ | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

Gruppi di carico (NTC (Italiane))

| | Gruppo | Tipo | $\gamma_{G,sup}$ | $\gamma_{G,inf}$ | ξ | γ | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 | Additivo |
|---|--------|-------------|------------------|------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | PERM1 | Permanente | 1,300 | 1,000 | | | | | | 1 |
| 2 | VAR1 | accidentale | | | | 1,500 | 0,700 | 0,500 | 0 | 0 |
| 3 | VAR2 | accidentale | | | | 1,500 | 0,600 | 0,200 | 0 | 0 |
| 4 | SISM | sismico | 1,000 | 1,000 | | 1,000 | | | | |

Gruppo: Gruppo di carico; $\gamma_{G,sup}$: Valore max fattore di sicurezza; $\gamma_{G,inf}$: Valore min fattore di sicurezza; ξ : Valore min fattore di sicurezza; γ : Fattore di sicurezza; Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2 : Coefficiente Psi;
Additivo: Casi simultanei di carico;

Combinazioni di carico personalizzate per casi di carico

| | Nome | Tipo | peso proprio (PERM1) | muro mattoni (PERM1) | H2O (VAR1) | vento y (VAR2) | SEISMIC X | SEISMIC Y | SEISMIC + (SISM) |
|---|---------|------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|-----------|-----------|---------------------|
| 1 | sismica | SLU | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | SEISMIC - (SISM) | Commento |
|---|---------------------|----------|
| 1 | 0 | |

Nome: Nome della combinazione di carico; Tipo: Tipo di combinazioni di carico; peso proprio (PERM1): peso proprio (PERM1) Fattore;
muro mattoni (PERM1): muro mattoni (PERM1) Fattore; H2O (VAR1): H2O (VAR1) Fattore; vento y (VAR2): vento y (VAR2) Fattore; SEISMIC X: SEISMIC X Fattore;
SEISMIC Y: SEISMIC Y Fattore; SEISMIC + (SISM): SEISMIC + (SISM) Fattore; SEISMIC (SISM): SEISMIC - (SISM) Fattore;

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|---|---------------------|
| 1 | [peso proprio+muro mattoni] | SLU |
| 2 | [peso proprio+muro mattoni] {1,5*H2O} | SLU |
| 3 | [peso proprio+muro mattoni] {1,5*H2O} (0,9*vento y) | SLU |
| 4 | [peso proprio+muro mattoni] {1,5*vento y} | SLU |
| 5 | [peso proprio+muro mattoni] {1,5*vento y} (1,05*H2O) | SLU |
| 6 | [1,3*peso proprio+1,3*muro mattoni] | SLU |
| 7 | [1,3*peso proprio+1,3*muro mattoni] {1,5*H2O} | SLU |
| 8 | [1,3*peso proprio+1,3*muro mattoni] {1,5*H2O} (0,9*vento y) | SLU |
| 9 | [1,3*peso proprio+1,3*muro mattoni] {1,5*vento y} | SLU |
| 10 | [1,3*peso proprio+1,3*muro mattoni] {1,5*vento y} (1,05*H2O) | SLU |
| 11 | [peso proprio+muro mattoni] {SEISMIC +} | SLU (sismico) |
| 12 | [peso proprio+muro mattoni] {SEISMIC -} | SLU (sismico) |
| 13 | [peso proprio+muro mattoni] | SLE Caratteristica |
| 14 | [peso proprio+muro mattoni] {H2O} | SLE Caratteristica |
| 15 | [peso proprio+muro mattoni] {H2O} (0,6*vento y) | SLE Caratteristica |
| 16 | [peso proprio+muro mattoni] {vento y} | SLE Caratteristica |
| 17 | [peso proprio+muro mattoni] {vento y} (0,7*H2O) | SLE Caratteristica |
| 18 | [peso proprio+muro mattoni] | SLE Frequente |
| 19 | [peso proprio+muro mattoni] {0,5*H2O} | SLE Frequente |
| 20 | [peso proprio+muro mattoni] {0,2*vento y} | SLE Frequente |
| 21 | [peso proprio+muro mattoni] | SLE Quasipermanente |
| 22 | [peso proprio+muro mattoni] | A1 |
| 23 | [peso proprio+muro mattoni] {H2O} | A1 |
| 24 | [peso proprio+muro mattoni] {H2O} (vento y) | A1 |
| 25 | [peso proprio+muro mattoni] {vento y} | A1 |
| 26 | [peso proprio+muro mattoni] {vento y} (H2O) | A1 |
| 27 | [peso proprio+muro mattoni] | A1 |
| 28 | [peso proprio+muro mattoni] {H2O} | A1 |
| 29 | [peso proprio+muro mattoni] {H2O} (vento y) | A1 |
| 30 | [peso proprio+muro mattoni] {vento y} | A1 |
| 31 | [peso proprio+muro mattoni] {vento y} (H2O) | A1 |
| 32 | [peso proprio+peso proprio+muro mattoni+muro mattoni] | A2 |
| 33 | [peso proprio+peso proprio+muro mattoni+muro mattoni] {H2O} | A2 |
| 34 | [peso proprio+peso proprio+muro mattoni+muro mattoni] {H2O} (vento y) | A2 |
| 35 | [peso proprio+peso proprio+muro mattoni+muro mattoni] {vento y} | A2 |
| 36 | [peso proprio+peso proprio+muro mattoni+muro mattoni] {vento y} (H2O) | A2 |

Tipo: Tipo di combinazione;

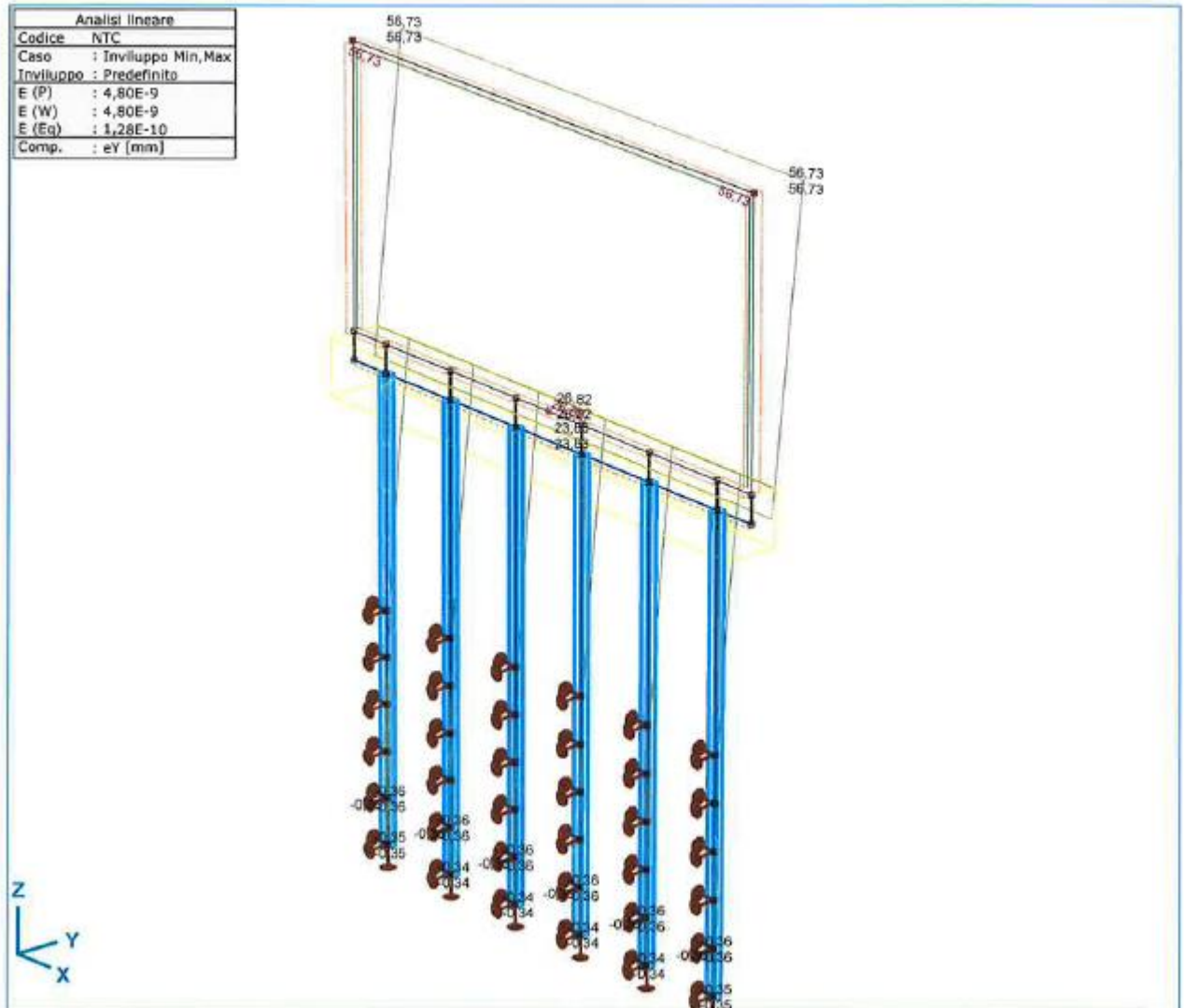
Parametri sismici

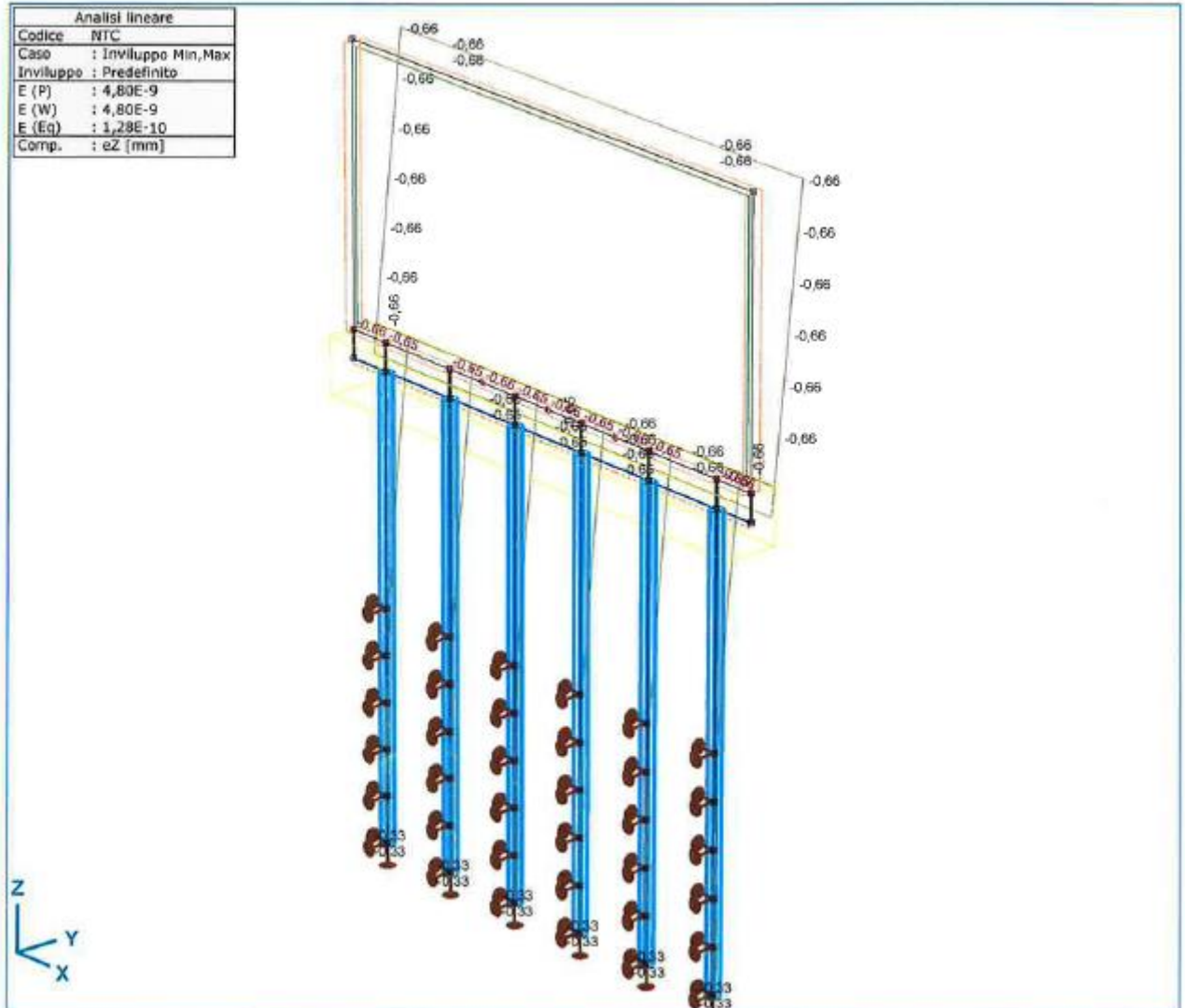
| | <i>Parametri</i> |
|-------------------------------|--|
| Spettro (orizzontale) | Fattore di comportamento (spostamento): $q_d = 1,5$ |
| | Fattore di correzione dello smorzamento viscoso: $\eta = 0$ |
| | Forma parametrica |
| | Classe di sottosuolo: C |
| | accelerazione al suolo di progetto: $a_g = 0,527 \text{ m/s}^2$ |
| | Fattore di comportamento: $q = 1,5$ |
| | Valore massimo del fattore di amplificazione: $F_0 = 2,63$ |
| | Inizio accelerazione costante dello spettro: $T^*_C = 0,280 \text{ s}$ |
| Metodo di combinazione | Categoria topografica: T1 |
| | Combinazione delle risposte modali: CQC |
| | Smorzamento viscoso: $\xi' = 0,05$ |
| | Combinazione delle componenti dell'azione sismica: "max. 30%" |

, Parametri: ;

CEDIMENTI

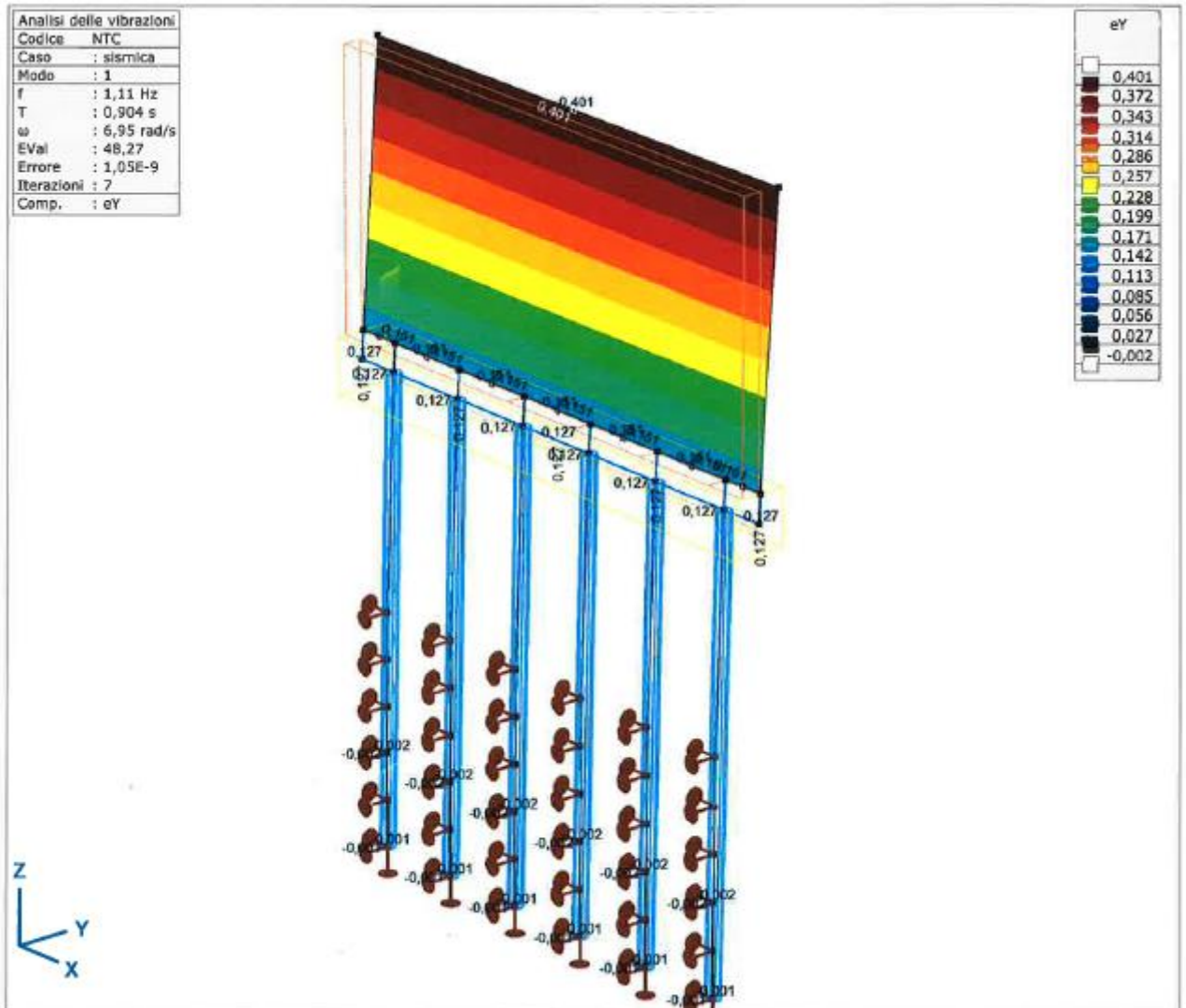
E_y , E_z

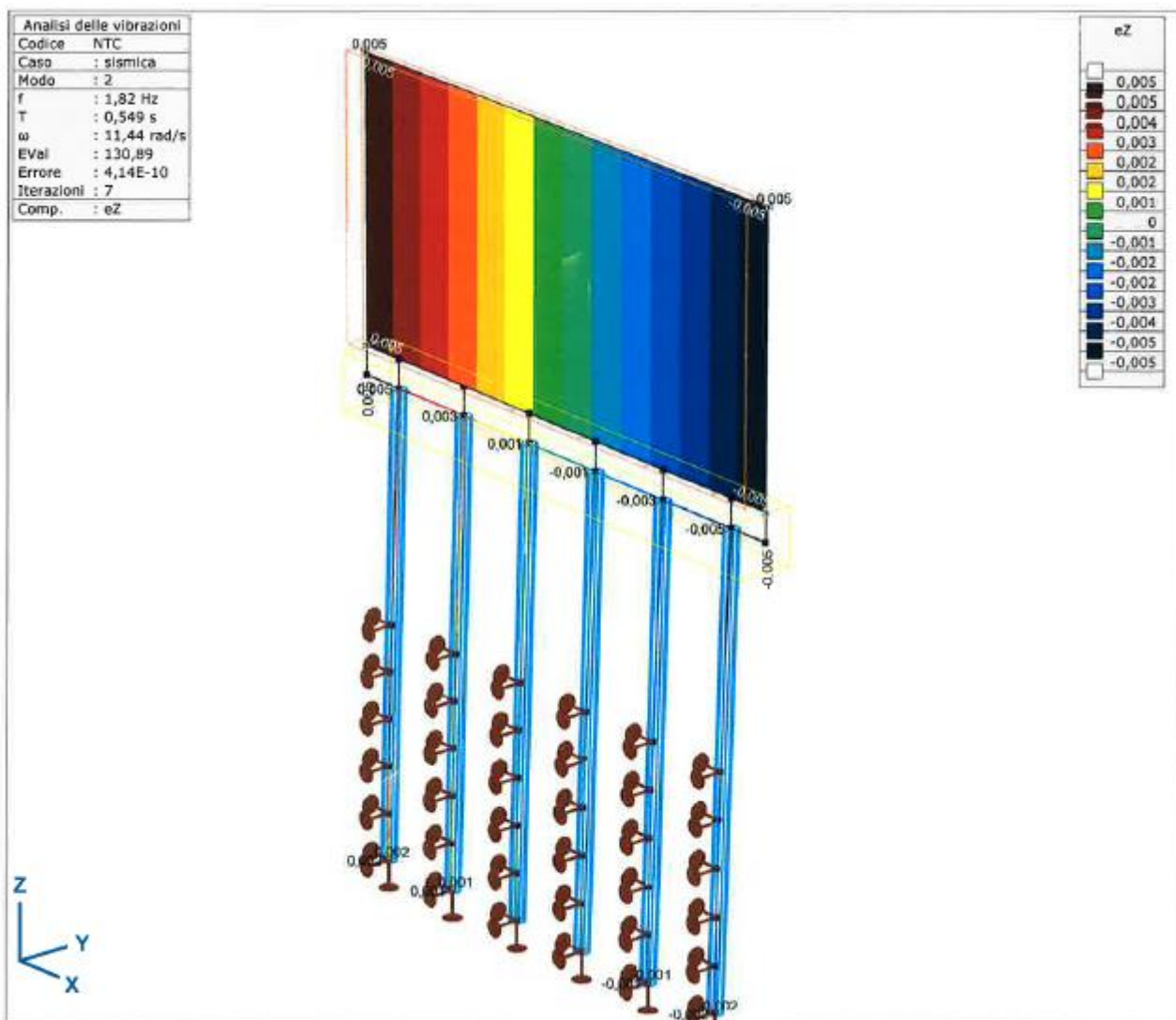


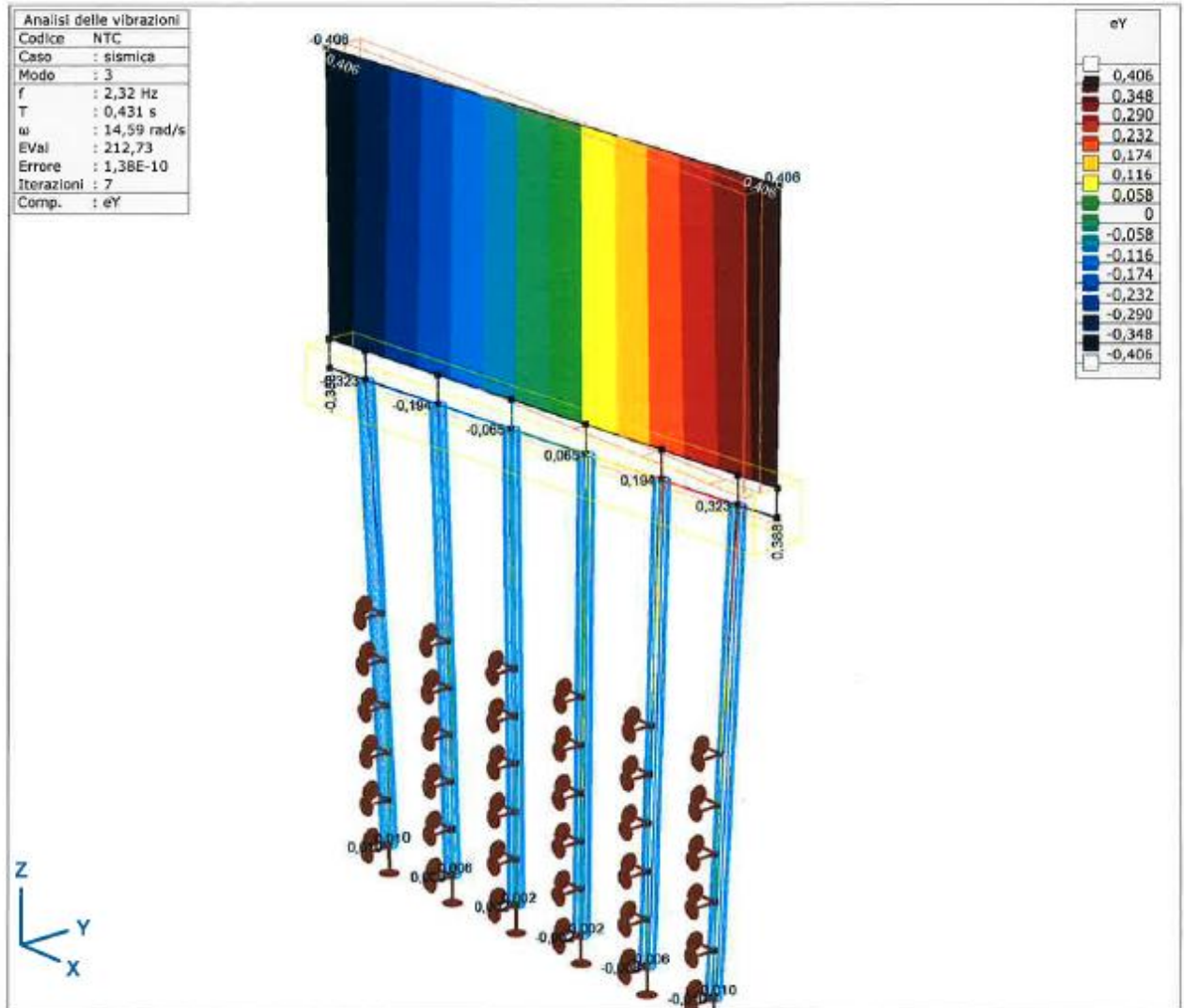


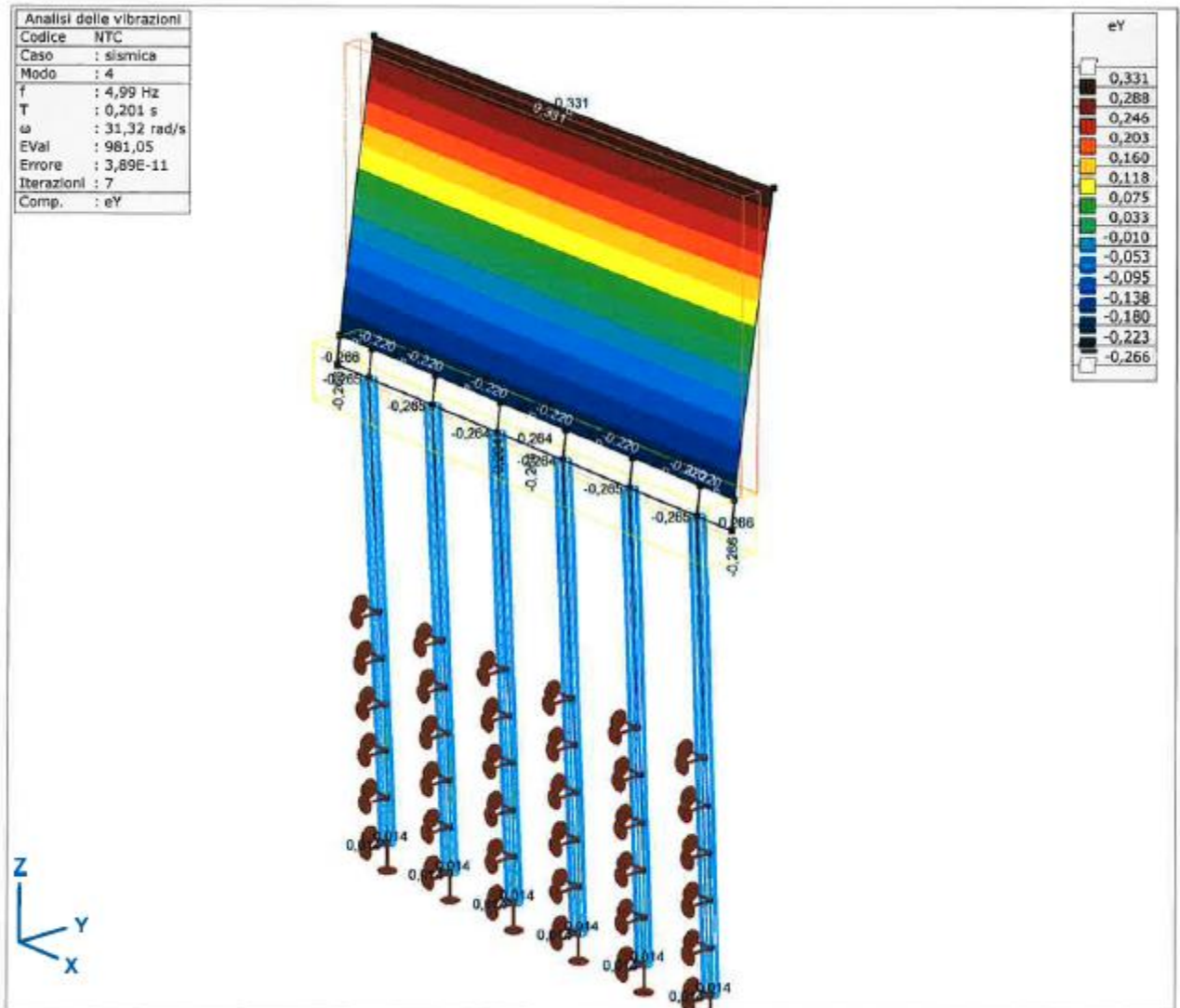


VIBRAZIONI











LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

SOLLECITAZIONI

N_x = Azioni assiali in direzione X

N_y = Azioni assiali in direzione Y

M_z = Momenti flettenti in direzione Z

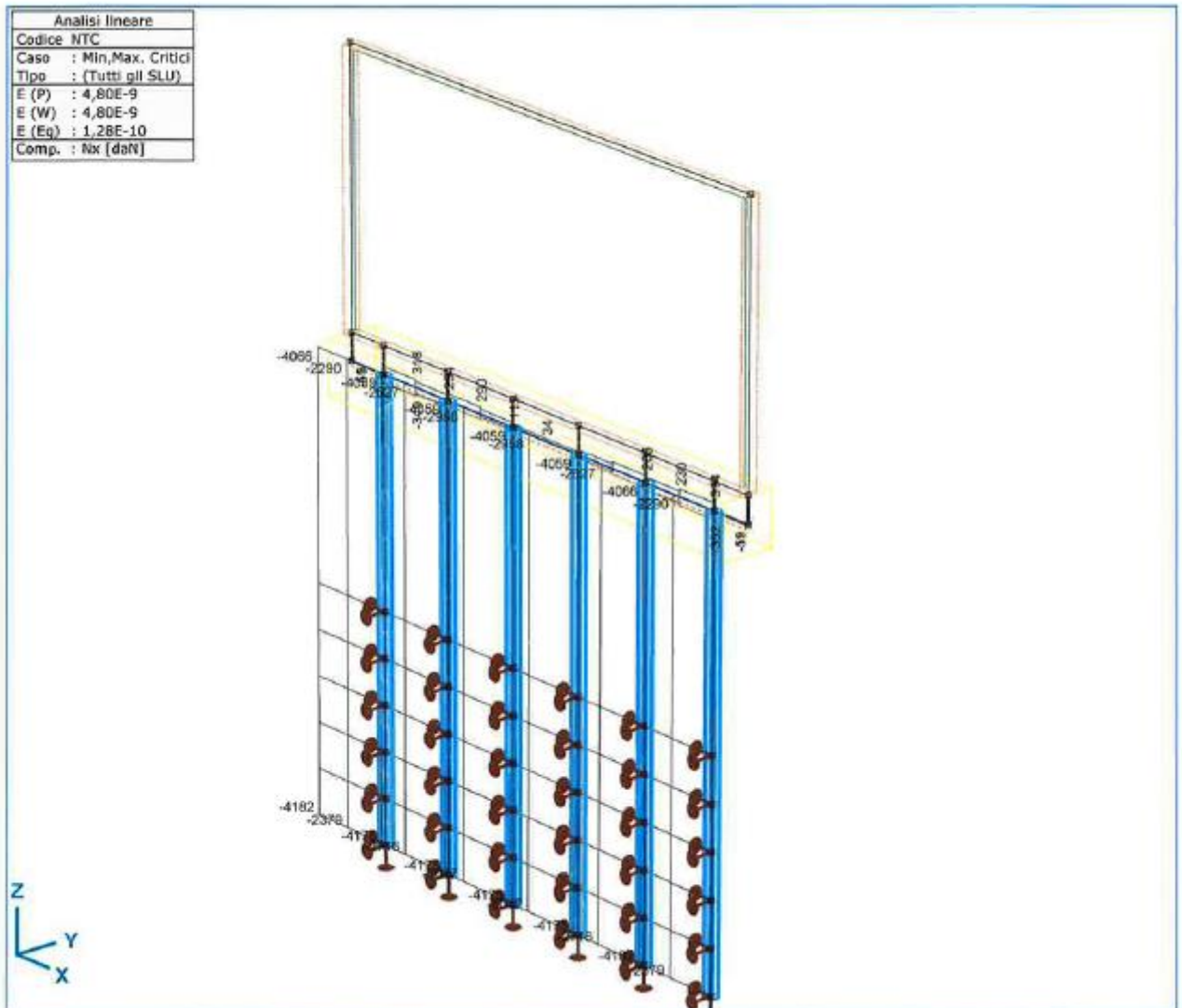
M_y = Momenti flettenti in direzione Y

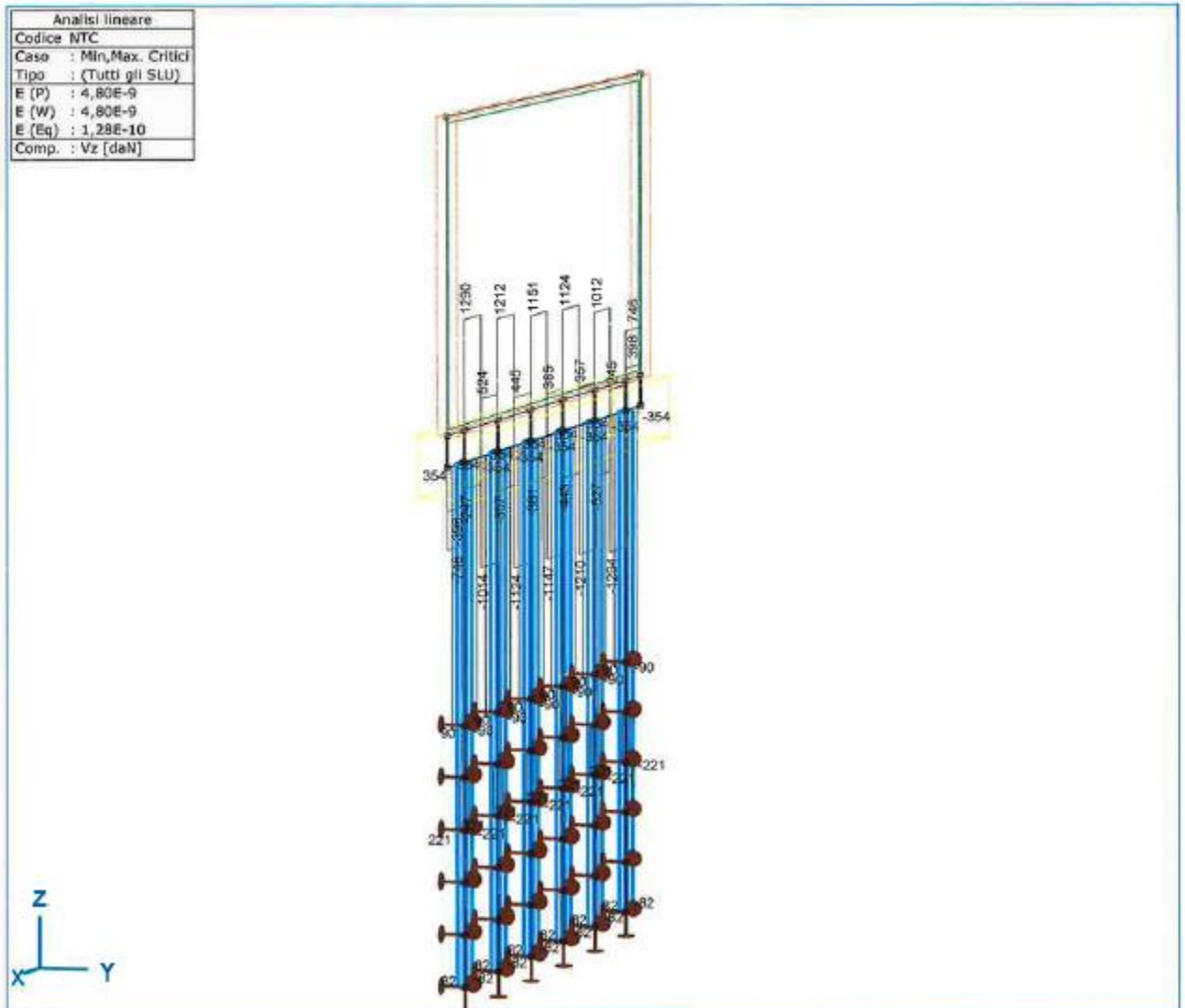
V_y = Azioni taglienti in direzione Y

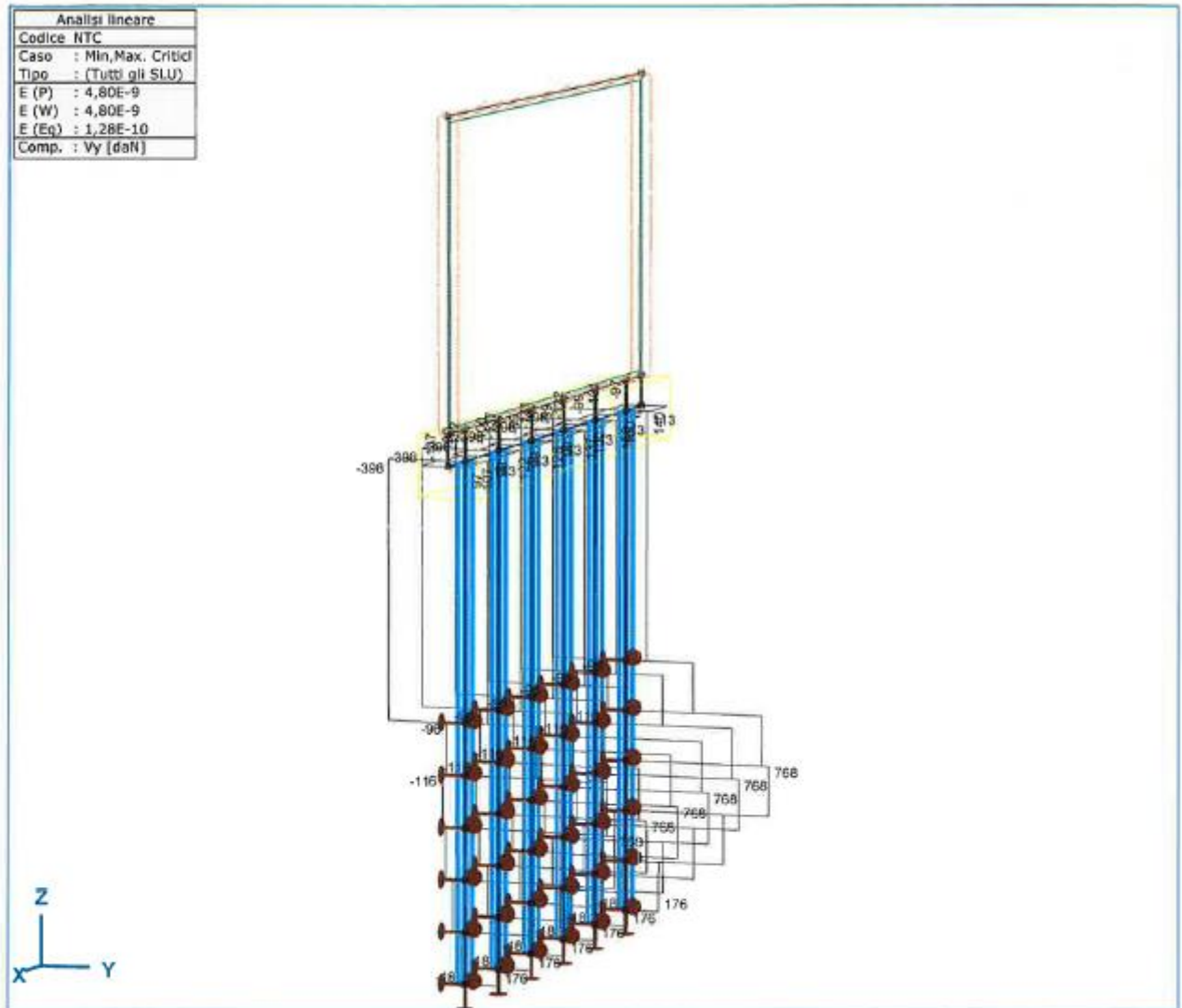
V_z = Azioni taglienti in direzione Z

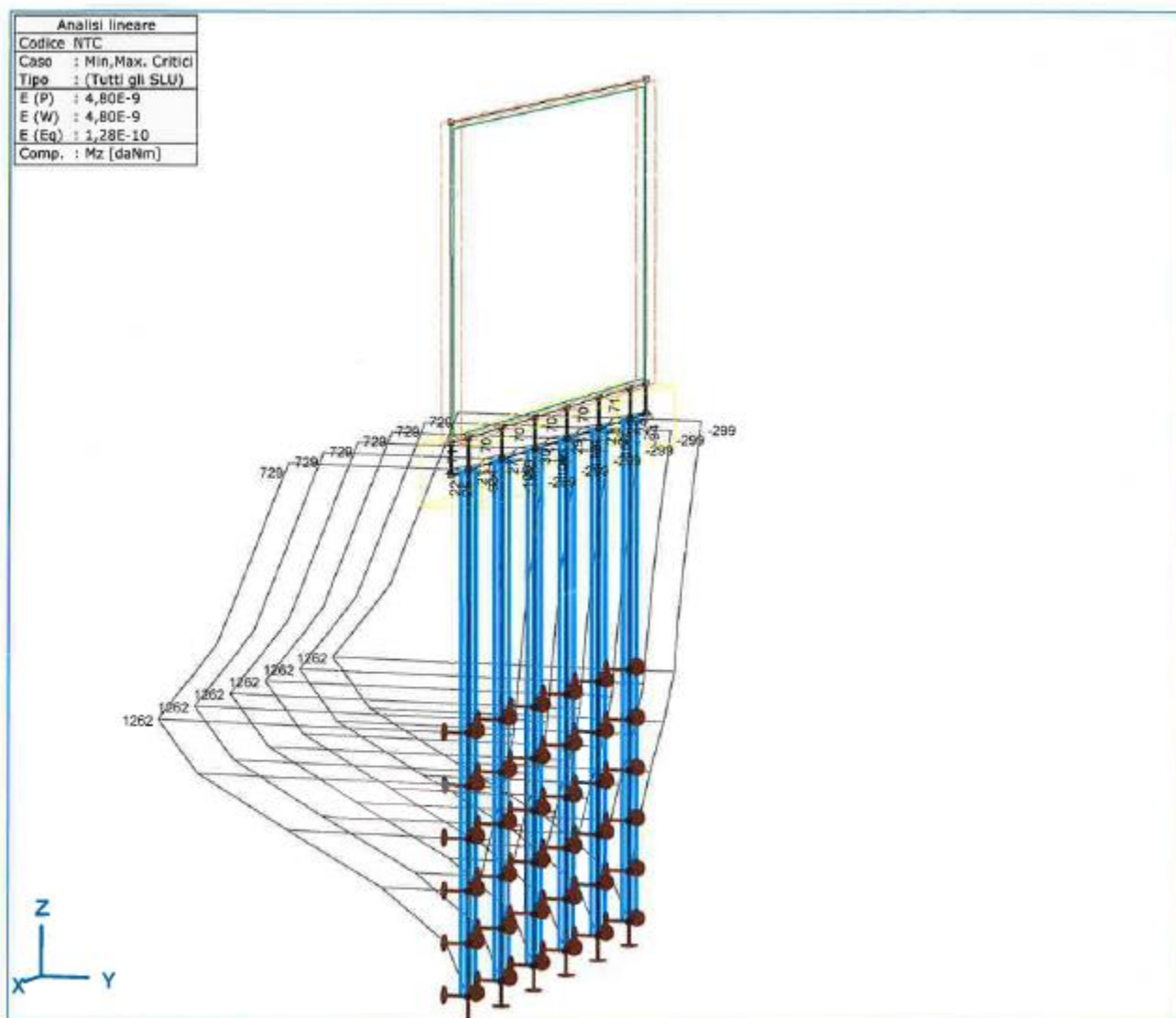
R_y = Reazioni vincolari in direzione Y

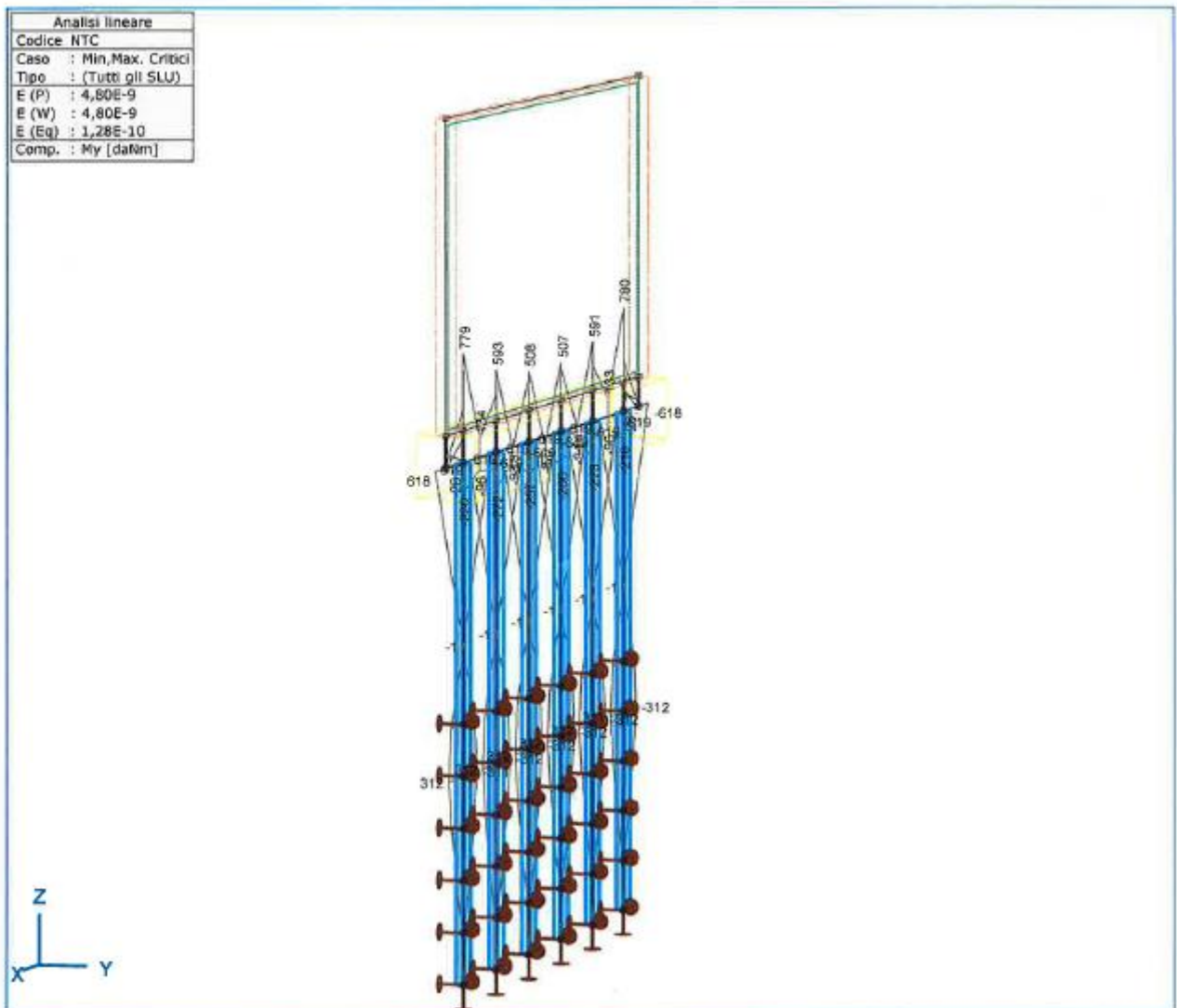
R_z = Reazioni vincolari in direzione Z

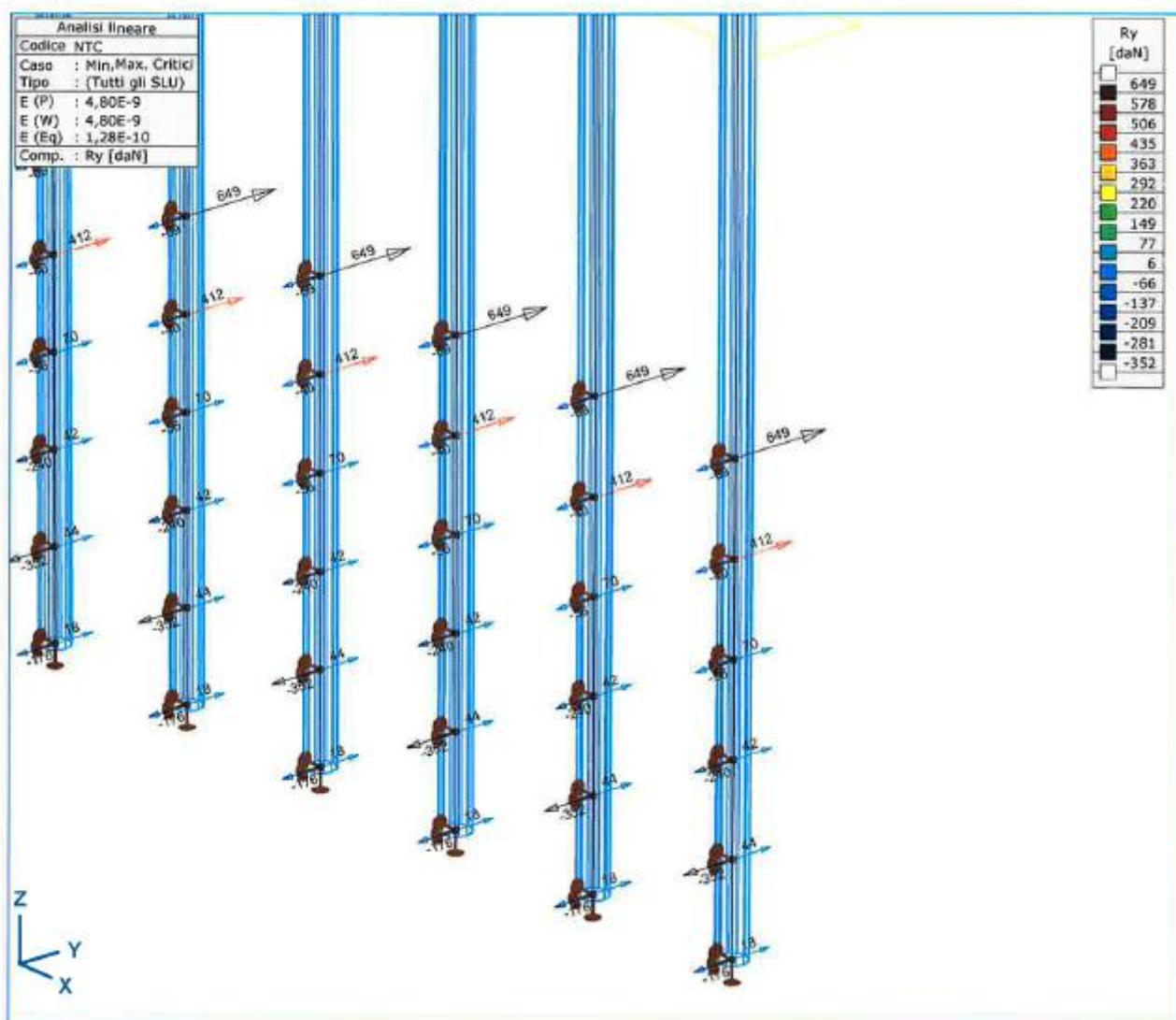


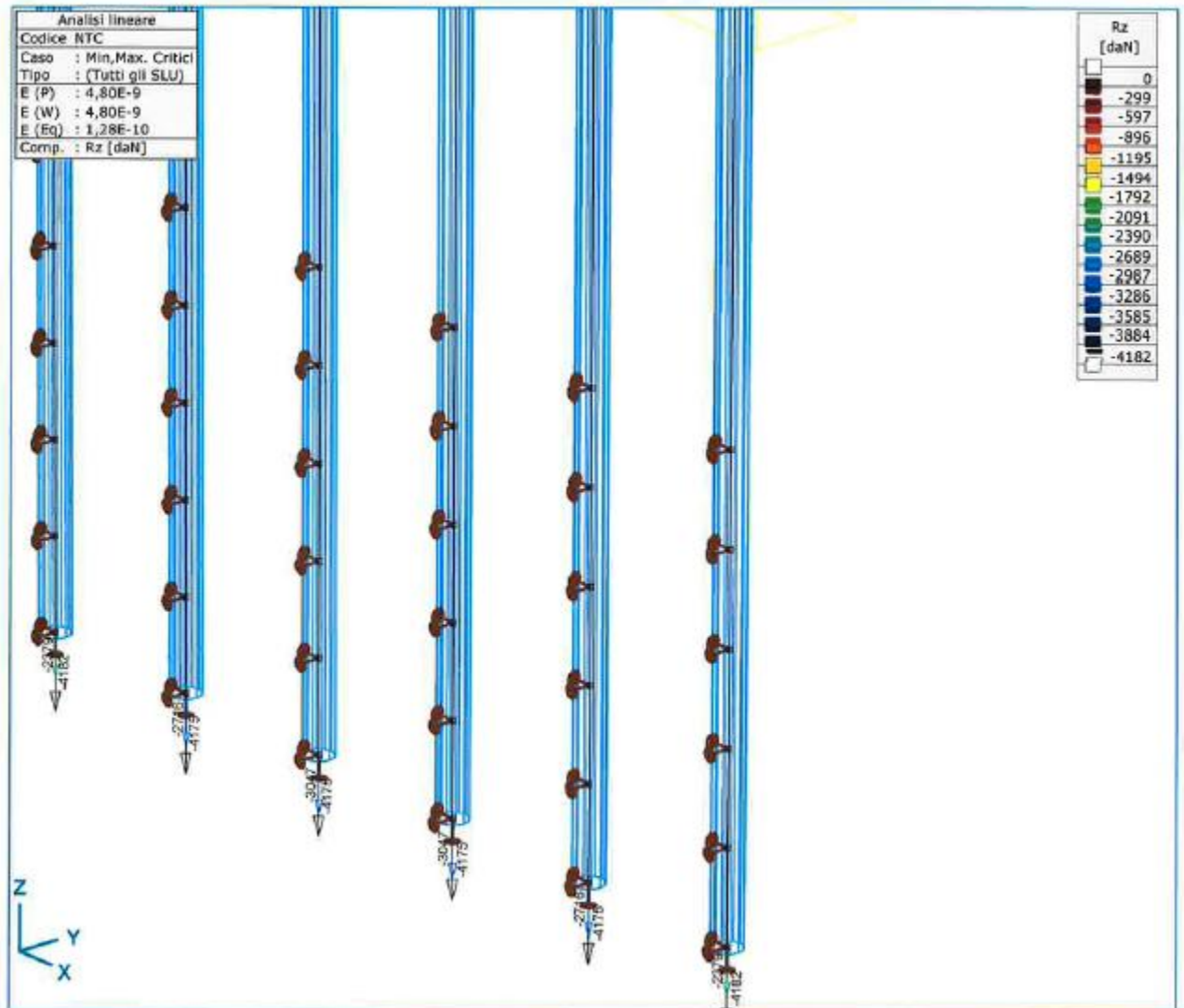


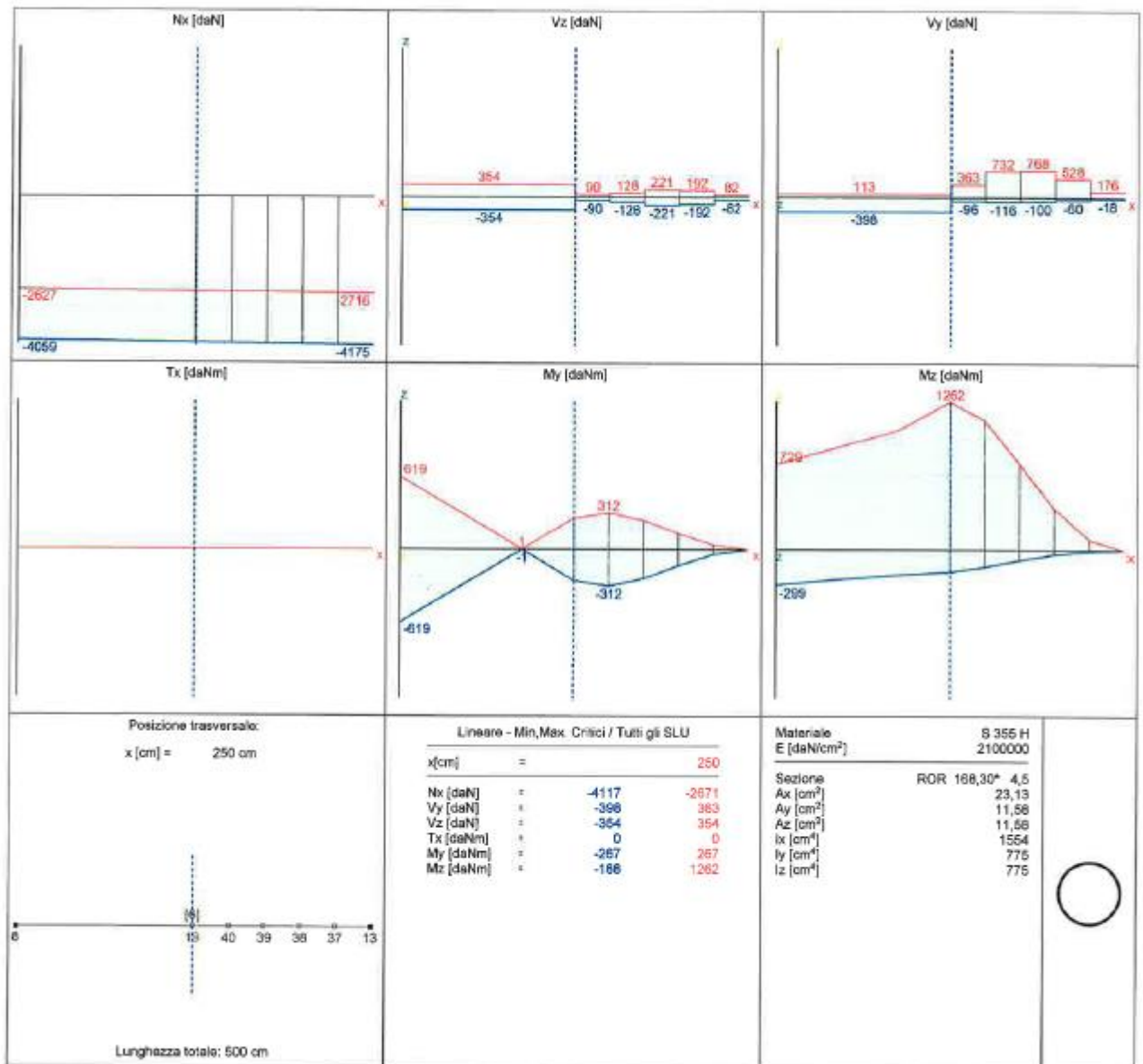


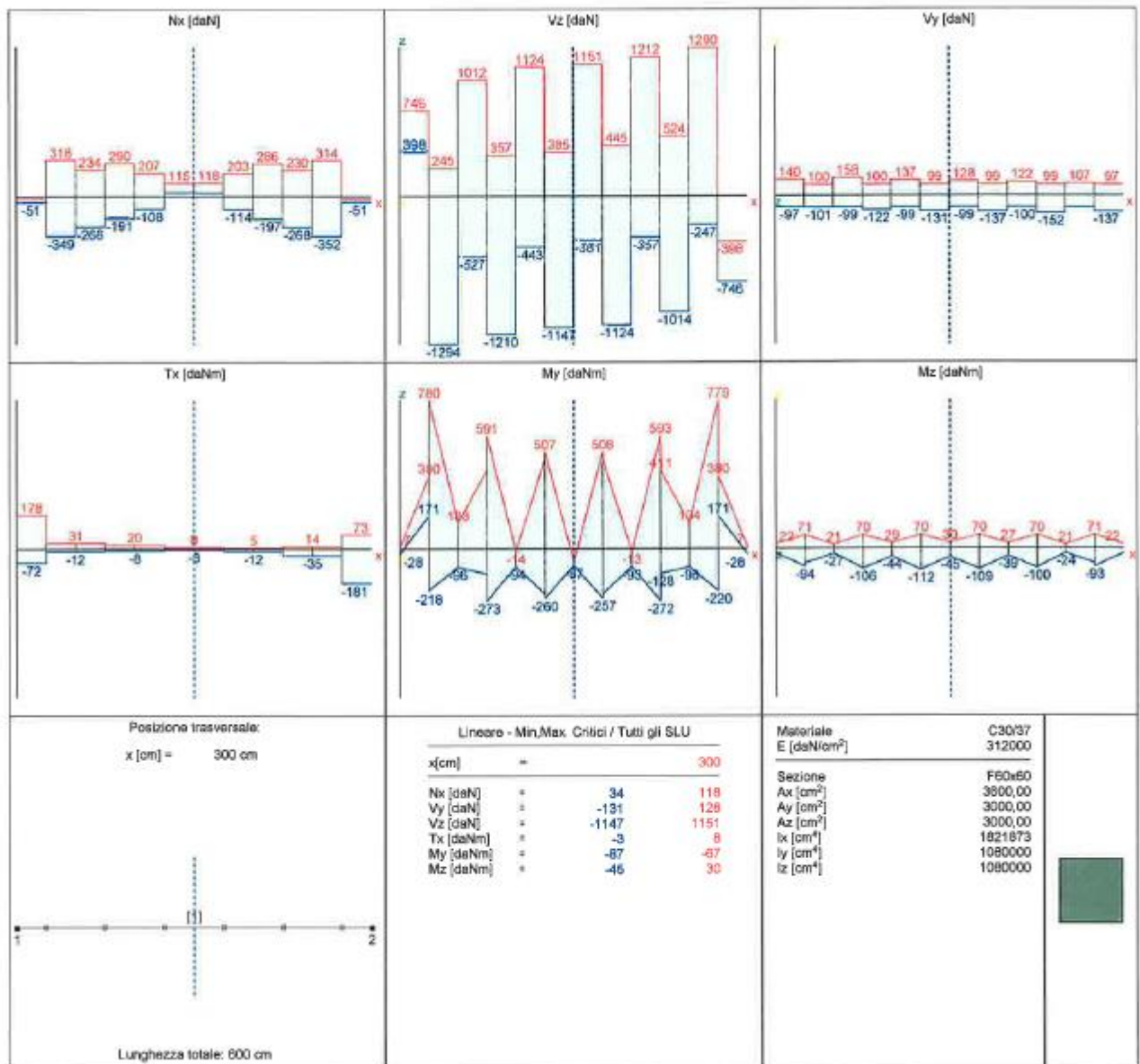


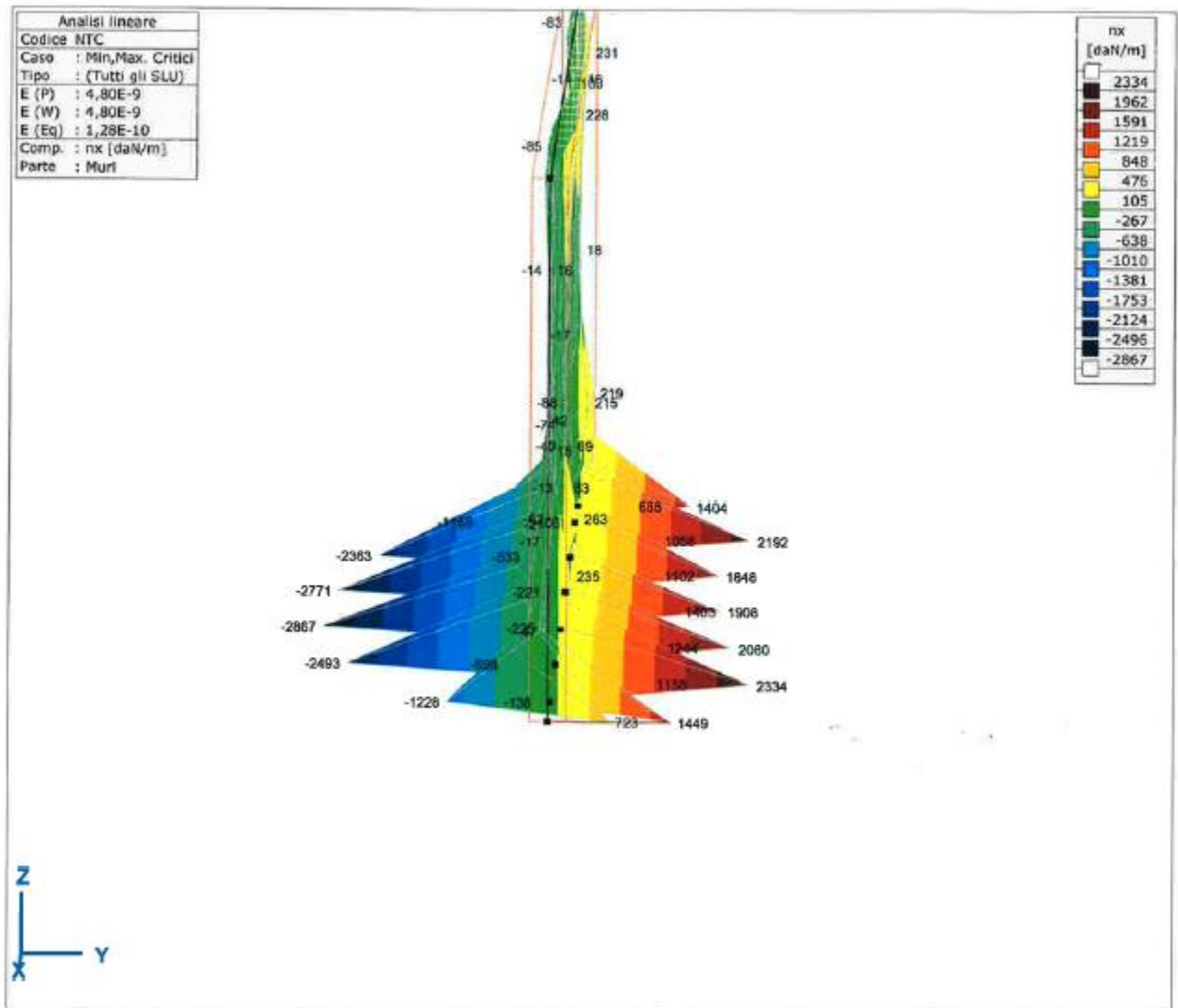


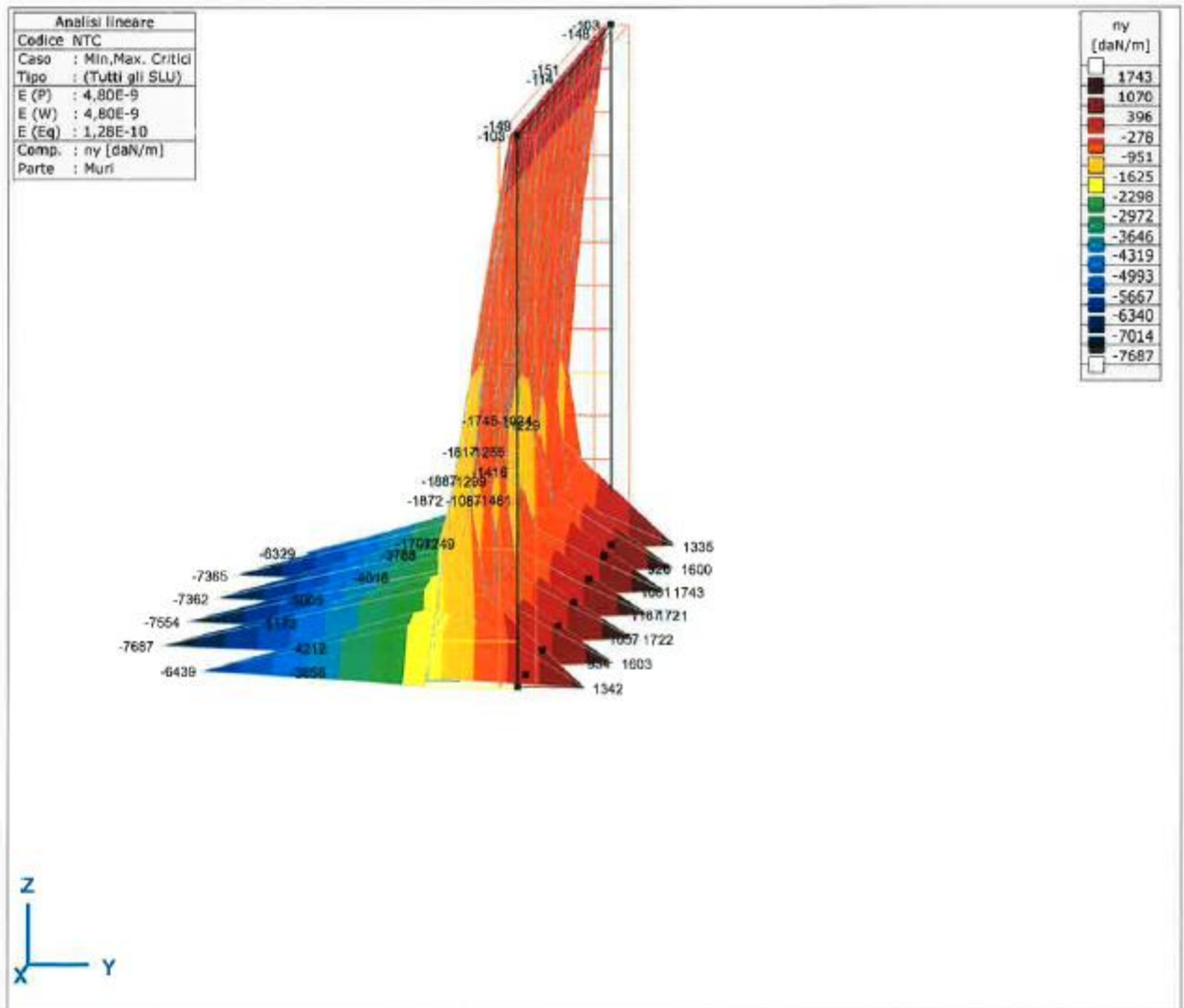


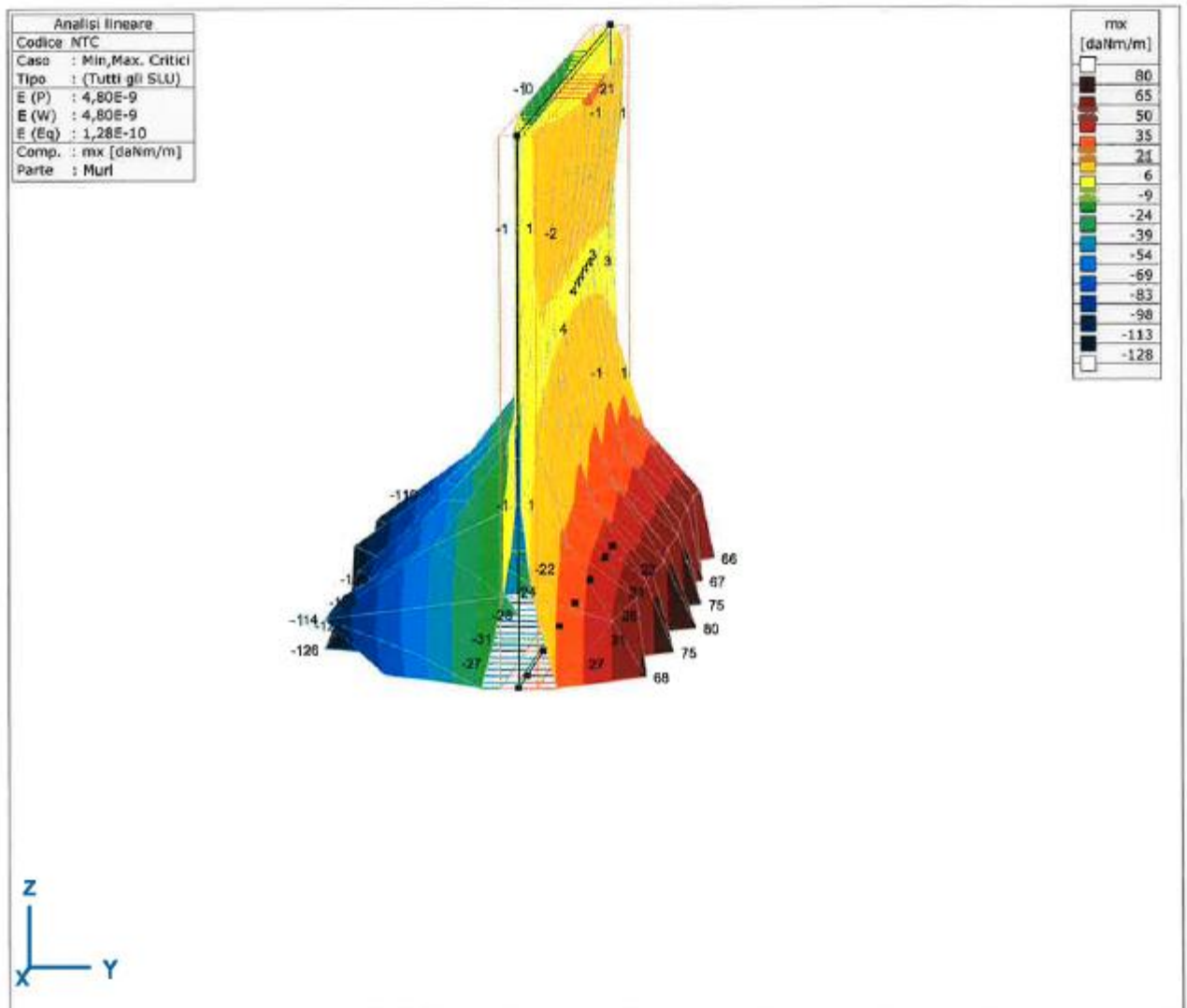


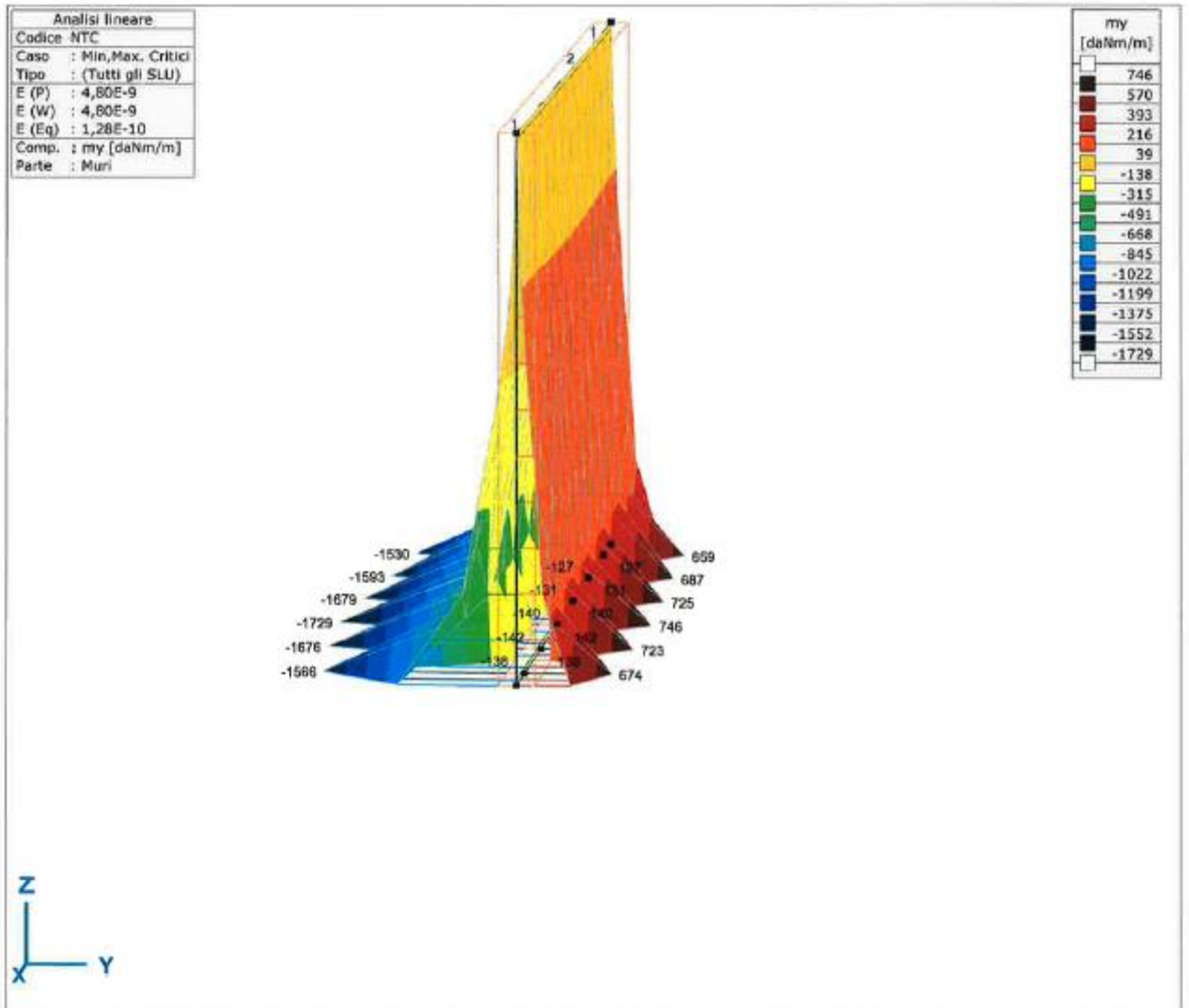




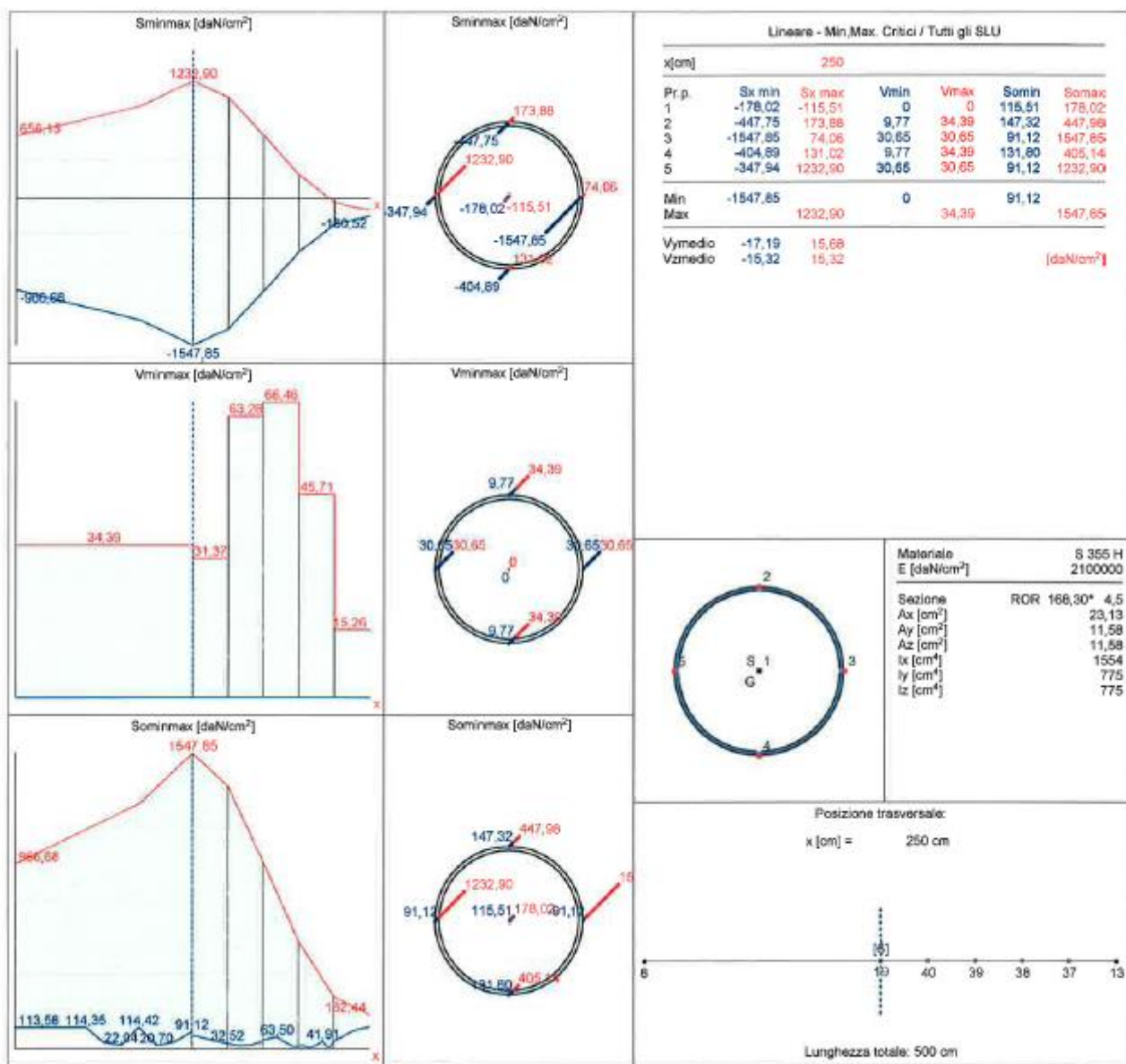


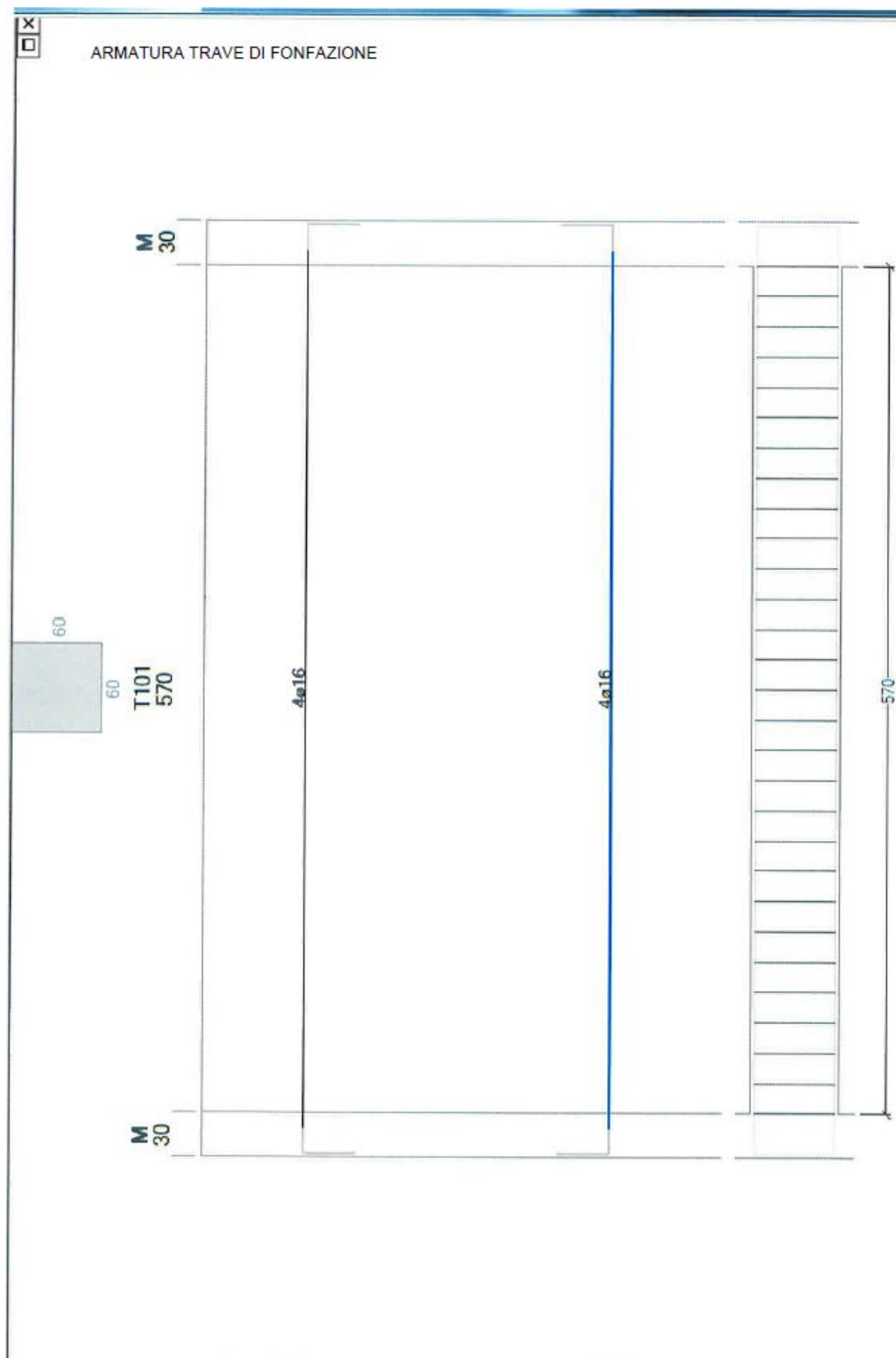






VERIFICA SOLLECITAZIONI ARMATURA MICROPALI





DESCRIZIONE TRAVI DI FONDAZIONE

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γc-SLV | fctd-SLV [daN/cm ²] | γc-SLD | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|-------------------------------|--------|------------------------------------|--------|------------------------------------|
| | | | | | |

fck = resistenza a compressione cilindrica caratteristica del calcestruzzo

γc-SLV = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

fctd-SLV = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γc-SLD = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

fctd-SLD = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | fyk [daN/cm ²] | γs-SLV | fyd-SLV [daN/cm ²] | γs-SLE | γs-SLD | fyd-SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|
| | | | | | | | |

Es = Modulo elastico dell'acciaio

fyk = resistenza a snervamento caratteristica dell'acciaio

γs-SLV = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

fyd-SLV = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γs-SLD = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

fyd-SLD = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

γs-SLE = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLE (stato limite di esercizio)

GERARCHIA RESISTENZE PER IL CALCOLO SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la struttura di fondazione è progettata in modo che resista ad azioni pari a quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un γRd pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A".

SOLLECITAZIONI COMPLETE PER INVILUPPO - SLV

Mx+ = Momento flettente positivo per sezione

Mx- = Momento flettente negativo per sezione

Tx = Taglio sollecitante per sezione

CAMPATA:

| Sezioni [cm] | Mx+ [daNm] | Mx- [daNm] | Tx [daN] |
|--------------|------------|------------|----------|
| | | | |

ARMATURA LONGITUDINALE

| Camp | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] |
| | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)

C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)

C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)

DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)

DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)

A teor. = Area di ferro teorica minima da calcolo

A disp. = Area di ferro disposta

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| Camp p | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|-----------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|-------------------|-------------------|--------|
| | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | C S | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | C S | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | C S | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | C S | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | C S | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | C S |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)

C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)

C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)

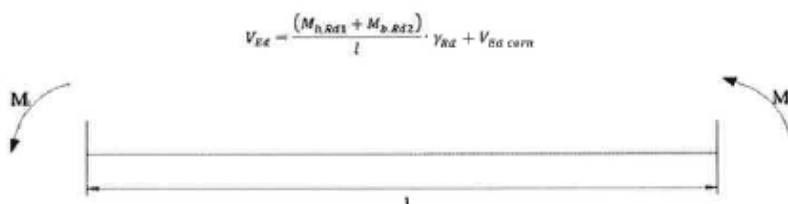
DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)

DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)

Msd = Momento sollecitante Msd

Mrd = Momento resistente Mrd

Nel caso di edifici sismici in zona 1, 2 e 3 si applicano le norme tecniche ed le sollecitazioni di calcolo sono valutate attraverso la gerarchia delle resistenze secondo il paragrafo 7.4.4.1.1. I momenti flettenti di calcolo, da utilizzare per il dimensionamento e la verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura per le combinazioni di carico sismiche, mentre, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, gli sforzi di taglio VEd da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio della trave soggetta all'azione dei carichi gravitazionali agenti sulla trave, incernierata agli estremi, VEd cern e dei momenti resistenti Mb,Rd,1,2 delle due sezioni plasticizzate amplificati del fattore di sovraresistenza γRd assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD"A", ad 1,00 per strutture in CD"B":



Si eseguono tutte le combinazioni tra momenti resistenti positivi e negativi e taglio sollecitante della trave incernierata alle estremità. Nel caso di edifici sismici in zona 4 con classe d'uso III o IV si applicano le NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze. Sia i momenti flettenti, che i tagli di calcolo, utilizzati nel dimensionamento e verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura. Per edifici sismici in zona 4 con classe d'uso I o II si può scegliere se applicare il metodo alle tensioni ammissibili secondo il DM96-sismico oppure il metodo agli stati limite dalle NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze.

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| CAMP. | App. | Msd + [daNm] | Msd - [daNm] | Af + [cm ²] | Af - [cm ²] | Mrd + [daNm] | Mrd - [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx gerar. [daN] |
|-------|------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | |

CAMP. = Campata

App. = Appoggio (SX = sinistro, DX = destro)

Msd+ = Momento sollecitante positivo (lembo inferiore)

Msd- = Momento sollecitante negativo (lembo superiore)

Af+ = Area ferri lembo inferiore

Af- = Area ferri lembo superiore

Mrd+ = Momento resistente positivo (lembo inferiore)

Mrd- = Momento resistente negativo (lembo inferiore)

Tx max = Taglio massimo derivante dall'analisi sismica

Tx min = Taglio minimo derivante dall'analisi sismica

Tx gerar. = Taglio calcolato attraverso la gerarchia delle resistenze

Il taglio di calcolo risulta il massimo tra i valori assoluti di Tx max, Tx min, Tx gerar.

VERIFICHE TAGLIO – SLV

| Camp | Vrcd C [daN] | Vrcd E [daN] | Vrcd A [daN] | Vryd C [daN] | Vryd E [daN] | Vryd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

Vrcd C = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona centrale

Vrcd E = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vrcd A = Taglio resistente lato calcestruzzo nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vryd C = Taglio resistente lato acciaio in zona centrale

Vryd E = Taglio resistente lato acciaio in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vryd A = Taglio resistente lato acciaio nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vsd C Max = Taglio sollecitante massimo nella zona centrale

Vsd E Max = Taglio sollecitante massimo nella zona estrema

Vsd A Max = Taglio sollecitante massimo nella zona agli appoggi

Vrcd Cent. = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona centrale

Vrcd Estr. = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vrcd App. = Taglio resistente lato calcestruzzo nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vryd Cent. = Taglio resistente lato acciaio in zona centrale

Vryd Estr. = Taglio resistente lato acciaio in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vryd App. = Taglio resistente lato acciaio nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vsd Max Cent. = Taglio sollecitante massimo nella zona centrale

Vsd Max Estr. = Taglio sollecitante massimo nella zona estrema

Vsd Max App. = Taglio sollecitante massimo nella zona agli appoggi

VERIFICHE SLE

| Camp | Fessurazione comb. QP (max amm. 0,3 mm) | | | | | | Fessurazione comb. Freq (max amm. 0,4 mm) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|---|--------|---------|---------|--------|---------|---|--------|---------|---------|--------|---------|------------------------------|---------------|
| | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Lung./h utile Lim. | Lung./h utile |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

Sup. SX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio sinistro

Sup. C = entità della fessurazione al lembo superiore in campata

Sup. DX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio destro

Inf. SX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio sinistro

Inf. C = entità della fessurazione al lembo inferiore in campata

Inf. DX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio destro

Lung./h utile Lim. = rapporto massimo tra luce e altezza utile della campata

Lung./h utile = rapporto reale tra luce e altezza utile della campata

RELAZIONE GEOTECNICA

Approccio per calcolo geotecnico :

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali. Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 delle Tabelle sopra citate. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

I coefficienti parziali γ_M per i parametri geotecnici e i coefficienti γ_R che operano direttamente sulla resistenza globale di opere e sistemi geotecnici sono definiti nel successivo Capitolo 6.

Tabella 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

| | | Coefficiente γ_F | EQU | A1 STR | A2 GEO |
|---|-------------|-------------------------|-----|--------|--------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | sfavorevoli | γ_{G2} | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | favorevoli | γ_{Q1} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | sfavorevoli | γ_{Q2} | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{R1} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | sfavorevoli | γ_{R2} | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

⁽¹⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano completamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.1 il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_{Q1} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Metodo di verifica SLU per capacità portante: Brinch-Hansen

Condizione drenata

Nel caso di terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) la condizione critica si verifica in condizioni drenate causa della loro elevata permeabilità. Nei terreni a grana fine (limi e argille) le condizioni drenate si verificano molto tempo dopo l'applicazione dei carichi.

L'assunzione dell'applicazione del principio di "Sovrapposizione degli effetti", ha permesso la definizione della formula trinomia di Terzaghi per il calcolo della capacità portante di un terreno.

$$q_{lim} = \frac{1}{2} N_{\gamma} \gamma' B + N_q q' + N_c c'$$

dove:

- il primo termine è relativo al contributo delle forze di attrito, dovute al peso proprio γ' del terreno interno alla superficie di scorrimento con B la base della sezione trasversale della fondazione (il lato minore nel caso di plinti di fondazione)
- il secondo termine è relativo all'effetto stabilizzante del sovraccarico agente ai lati della fondazione q' (ad esempio a causa dell'approfondimento del piano di fondazione rispetto al piano campagna);
- il terzo addendo si riferisce al contributo dato dalla coesione c' lungo la superficie di scorrimento

N_{γ} , N_q , N_c i fattori di capacità portante in funzione dell'angolo di attrito del terreno sottostante e assumono le seguenti espressioni:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \cdot \tan \varphi$$

La formula base derivata da Terzaghi, può essere estesa ad altre condizioni (diversa forma della fondazione, meccanismo di punzonamento, carichi inclinati e/o eccentrici, ecc.) mediante l'introduzione di coefficienti correttivi.

Le limitazioni imposte nell'ipotesi iniziali di Terzaghi possono essere superate applicando la formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

che adotta opportuni fattori correttivi che tengono conto di:

- forma della fondazione (s)
- inclinazione ed eccentricità del carico (i)
- inclinazione del piano di posa della fondazione (b)
- inclinazione del piano campagna (g)
- profondità del piano di posa (d)

Condizione non drenata

Nel caso di fondazioni su terreni a grana fine saturi, le condizioni critiche nei confronti della rottura si verificano immediatamente dopo l'applicazione del carico. In questi casi si effettua l'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali (essendo difficile valutare nel tempo l'andamento delle pressioni neutre), dove: $c=c_u$ (coesione non drenata) e $\phi=0$.

L'equazione della capacità portante diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q$$

dove:

- il primo termine rappresenta il contributo stabilizzante data dalla resistenza al taglio non drenata c_u in cui

$$N_c = 2 + \pi = 5,14$$

$$s_{\gamma} = 1 + 0,2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0,4 \cdot \frac{B}{L} \quad \text{se } D \leq 8$$

$$d_c = 1 + 0,4 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{B}{L} \right) \quad \text{se } D > 8$$

$$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_u \cdot N_c} \quad \text{dove } m = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

$$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \alpha}{\pi + 2}$$

$$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{\pi + 2}$$

il secondo termine è relativo all'effetto stabilizzante del sovraccarico agente ai lati della fondazione q .

Metodo di verifica SLE per cedimenti: Burland-Burbidge

L'impossibilità di prelevare campioni indisturbati fa sì che nel caso di terreni sabbiosi i metodi di calcolo sia basati su prove in sito. Il metodo Burland-Burbidge si basa sullo studio delle prove penetrometriche dinamiche SPT per la determinazione dei cedimenti.

Il calcolo del cedimento risulta:

$$s = \sigma'_{v0} z_I \frac{I_c}{3} + (q' - \sigma'_{v0}) z_I I_c$$

nel caso di sabbie preconsolidate con $q' > \sigma'_{v0}$:

$$s = q' z_I \frac{I_c}{3}$$

nel caso di sabbie preconsolidate con $q' = \sigma'_{v0}$:

$$s = q' z_I I_c$$

nel caso di sabbie normalconsolidate, in cui:

q' è il carico unitario espresso in kN/m²

σ'_{v0} è la tensione geostatica verticale del piano di posa della fondazione

z_I è la profondità d'influenza, pari a $B^{0.7}$ se i valori NSPT sono costanti o crescenti con la profondità; pari a $2B$ se i valori di NSPT diminuiscono con la profondità

I_c è l'indice di compressibilità.

L'indice di compressibilità è ricavato dalle seguenti relazioni:

$$I_c = \frac{1,7}{N_{AV}^{1,4}}$$

dove N_{AV} è pari alla media dei valori NSPT contenuti nella profondità d'influenza

$$N_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{SPTi}}{n}$$

Per tener conto degli effetti dovuti alla forma della fondazione, allo spessore H dello strato compressibile e dell'aliquota dovuta ai cedimenti differiti nel tempo:

$$s_{dft} = f_d \cdot f_H \cdot f_t \cdot s$$

dove:

$$f_d = \left[\frac{1,25 L}{\frac{L}{B} + 0,25} \right]^2 \geq 1$$

$$f_H = \frac{H}{z_I} \left(2 - \frac{H}{z_I} \right) < 1$$

$$f_t = 1 + 0,3 + 0,2 \cdot \log \frac{t}{3}$$

Cedimento massimo limite:[mm]

Cedimento puntuale limite impostato

Cedimento angolare limite:

Cedimento differenziale limite impostato, tra 2 punti del sistema di fondazione per evitare elevati moti rigidi di rotazione della sovrastruttura.

Cedimento angolare calcolato:

Cedimento angolare massimo di calcolo

TIPO TERRENI

| N. | Descrizione | Grana | γ [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | C_u [kN/m ²] | ϕ [°] | ϕ' [°] | c' [kN/m ²] | E [kN/m ²] | G [kN/m ²] |
|----|-------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|-------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | | | | |

N. = indice terreno inserito nella libreria terreni dello strato corrispondente

Descrizione = Descrizione terreno di calcolo dello strato corrispondente

Grana = Tipo di grana del terreno nello strato corrispondente (fine/grossa)

γ = peso nell'unità di volume del terreno nello strato corrispondente

γ_s = peso nell'unità di volume del terreno nello strato corrispondente in condizioni sature, utilizzato per le verifiche di un terreno a grana fine in presenza di falda, in condizioni non drenate

C_u = resistenza al taglio non drenata del terreno nello strato corrispondente, usata per il calcolo del carico limite in condizioni non drenate per i terreni a grana fine

ϕ = l'angolo di resistenza a taglio totale del terreno nello strato corrispondente, adottato nel calcolo della capacità portante in presenza di falda

ϕ' = l'angolo di resistenza a taglio efficace del terreno nello strato corrispondente

c' = coesione del terreno nello strato corrispondente, utilizzata nel calcolo della capacità portante per i terreni a grana grossa

E = modulo elastico del terreno nello strato corrispondente

G = modulo di resistenza al taglio del terreno nello strato corrispondente

PARAMETRI FONDAZIONE:

| D [m] | D' [m] | Falda | Prof falda [m] | Rottura locale | Incl. fond. [°] | Incl. terreno [°] |
|-------|--------|-------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| | | | | | | |

D = profondità del piano di posa della fondazione rispetto al piano campagna
D' = approfondimento del terreno di sovraccarico, diverso da D qualora il terreno posto ad un lato della fondazione sia a quota inferiore rispetto al piano campagna
Falda = Informazioni su eventuale falda (Assente/Presente)
Prof falda = profondità dell'eventuale falda dal piano campagna
Rottura locale = tipo di rottura locale (nessuna, rottura classica per punzonamento, rottura per punzonamento con i coefficienti proposti da Vesic, per tener conto della rottura per punzonamento solo se l'indice di rigidezza risulta inferiore al valore critico)
Incl. Fond. = l'angolo di inclinazione della fondazione
Incl. Terreno = pendenza del terreno circostante

STRATI

| N. | Terreno | Spessore [m] | Tipo terreno | OCR |
|----|---------|--------------|--------------|-----|
| | | | | |

N. = numero strato
Terreno = indice terreno di riferimento dello strato
Spessore = spessore strato di riferimento
Tipo terreno = Cedevole/Non Cedevole
OCR = Grado di sovraconsolidazione dello strato

PROVE SPT

| z [m] | NSPT |
|-------|------|
| | |

z = profondità in cui sono state effettuate le prove penetrometriche
Nspt = numero di colpi Nspt del penetrometro dinamico SPT

VERIFICA GEOTECNICHE

| Camp | Capacità portante | | | | | | | | | Cedimenti | | |
|------|-------------------|----|----|-----------|------------------|------|-----------|------------------|------|-----------|-------------|--------|
| | Ng | Nq | Nc | Qbt [kPa] | Qbt limite [kPa] | FSbt | Qlt [kPa] | Qlt limite [kPa] | FSlt | zi [m] | s imm. [mm] | s [mm] |
| | | | | | | | | | | | | |

Camp = numero della campata di riferimento
Ng = fattore di capacità portante, moltiplicativo del peso specifico del terreno, in funzione dell'angolo di attrito
Nq = fattore di capacità portante, moltiplicativo del sovraccarico stabilizzante q', in funzione dell'angolo di attrito
Nc = fattore di capacità portante, moltiplicativo del della coesione c', in funzione dell'angolo di attrito
Qbt = Carico a breve termine
Qbt limite = Carico limite a breve termine
FSbt = Fattore di sicurezza a breve termine
Qlt = Carico a lungo termine
Qlt limite = Carico limite a lungo termine
FSlt = Fattore di sicurezza a lungo termine

zi = profondità di influenza di calcolo
s imm. = cedimento immediato
s = cedimento totale a lungo termine

DATI GENERALI PROGETTO

Normativa: Norme Tecniche 2008 , classe duttilità: CDB

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γ_{c-SLV} | fctd-SLV [daN/cm ²] | γ_{c-SLD} | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| - | 300,00 | 1,50 | 6,38 | 1,00 | 9,56 |

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | fyk [daN/cm ²] | γ_{s-SLV} | fyd-SLV [daN/cm ²] | γ_{s-SLE} | γ_{s-SLD} | fyd-SLD [daN/cm ²] |
|--------|---------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|
| B450C | 2060000 | 4500 | 1,15 | 3913,04 | 1,00 | 1,00 | 4500,00 |

DATI GENERALI TRAVE: T101

| Calcestruzzo | Acciaio |
|--------------|---------|
| - | B450C |

SEZIONI

| Codice | Base sup. [cm] | Base inf. [cm] | Altezza [cm] | Anima [cm] | Ala sup. [cm] | Ala inf. [cm] |
|--------|----------------|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| R 6060 | 0,00 | 60,00 | 60,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

CAMPATE - ASTE AXIS

(T) trave; (N) nervatura; (R) reticolare

Campata: 1 - Aste Axis: 1(T)39(T)40(T)41(T)42(T)45(T)46(T)43(T)44(T)48(T)47(T)2(T)

GEOMETRIA

a = lato pilastro parallelo asse trave espresso in [cm]

b = lato pilastro perpendicolare asse trave espresso in [cm]

| Camp | Luce [cm] | Sezione | Nome | Pil iniziale | | | Pil finale | | |
|------|-----------|---------|------|--------------|----|----|------------|----|----|
| | | | | nome | a | b | nome | a | b |
| 1 | 600 | R 6060 | T101 | M | 30 | 30 | M | 30 | 30 |

RISULTATI

ARMATURA LONGITUDINALE

| Camp | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] |
| 1 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 |

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| Camp | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|
| | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs |
| 1 | 27 | 17439 | 0,00 | -142 | -17439 | 0,01 | 253 | 17439 | 0,01 | -761 | -17439 | 0,04 | 128 | 17439 | 0,01 | -195 | -17439 | 0,01 |

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| Camp | SX | | | | | | | | | DX | | | | | | | | |
|------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] |
| 1 | 27 | -142 | 8,04 | 8,04 | 17.439 | -17.439 | -380 | -764 | -6.577 | 128 | -195 | 8,04 | 8,04 | 17.439 | -17.439 | 764 | 380 | 6.576 |

VERIFICHE TAGLIO - SLU

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 89.856 | 0 | 0 | 56.758 | 0 | 0 | 7.184 | 0 | 0 |

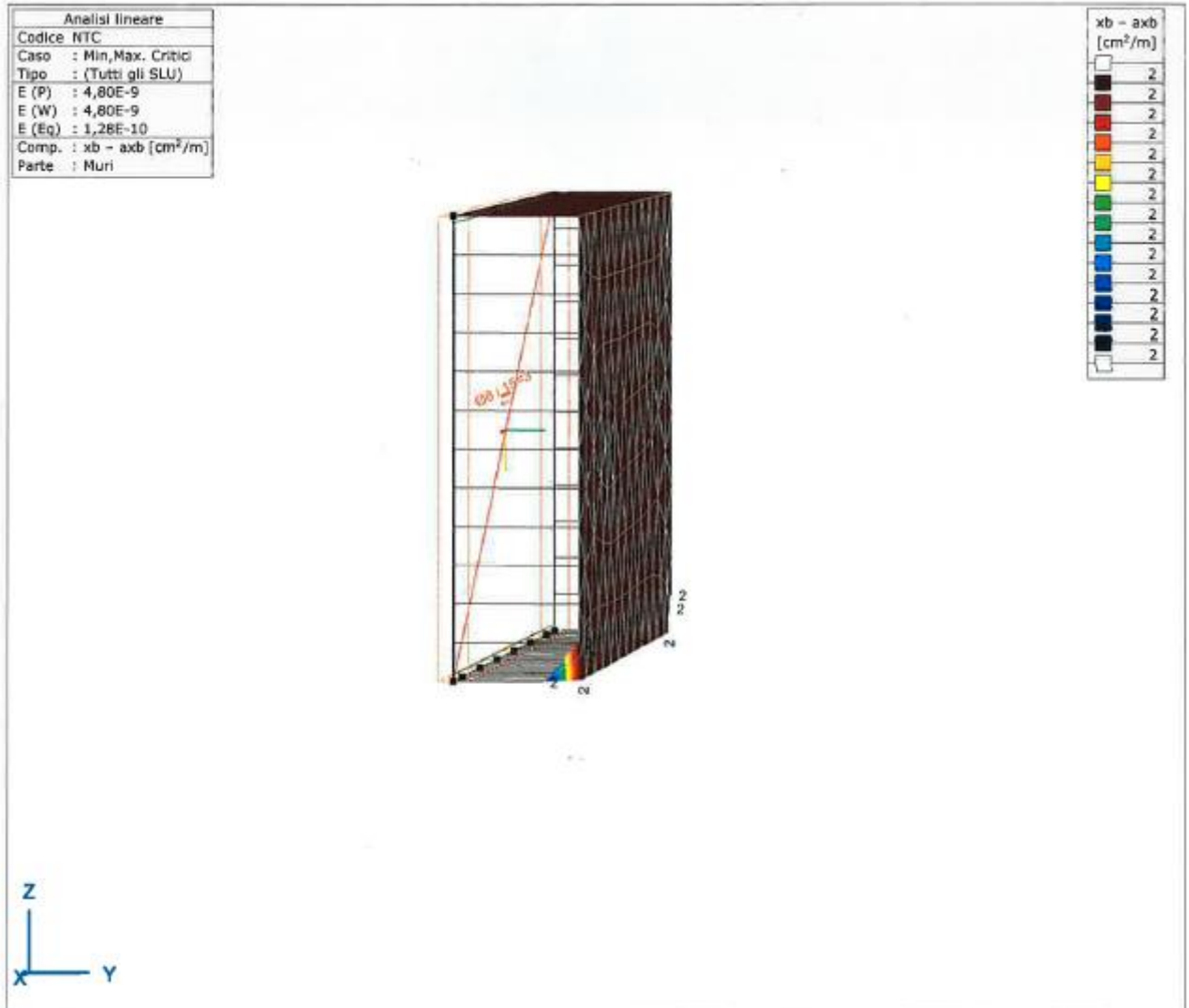
STAFFE

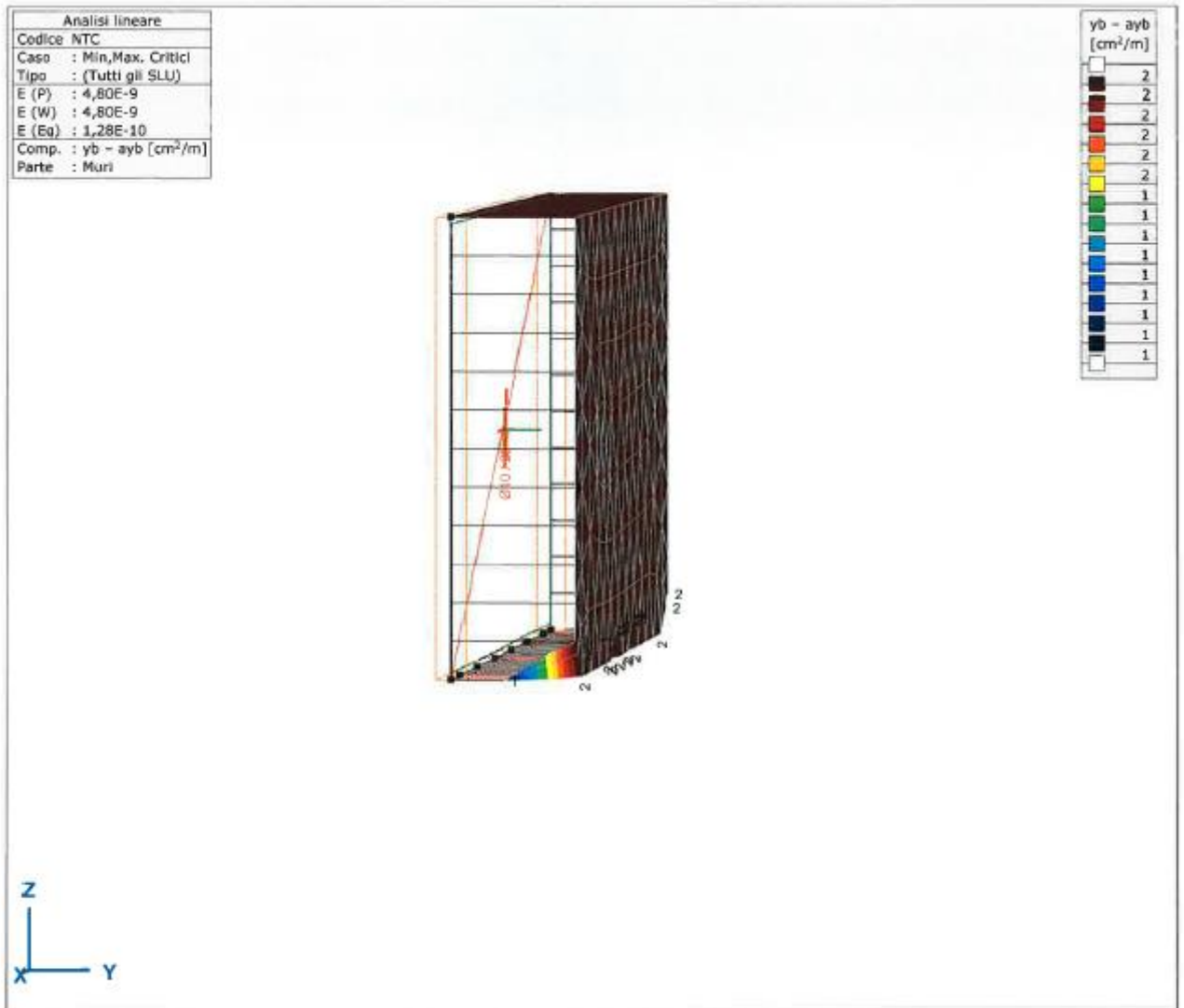
| Camp | Campo centrale | | | Campo estremità | | | Campo appoggio | | |
|------|----------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] |
| 1 | 20 | 12 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

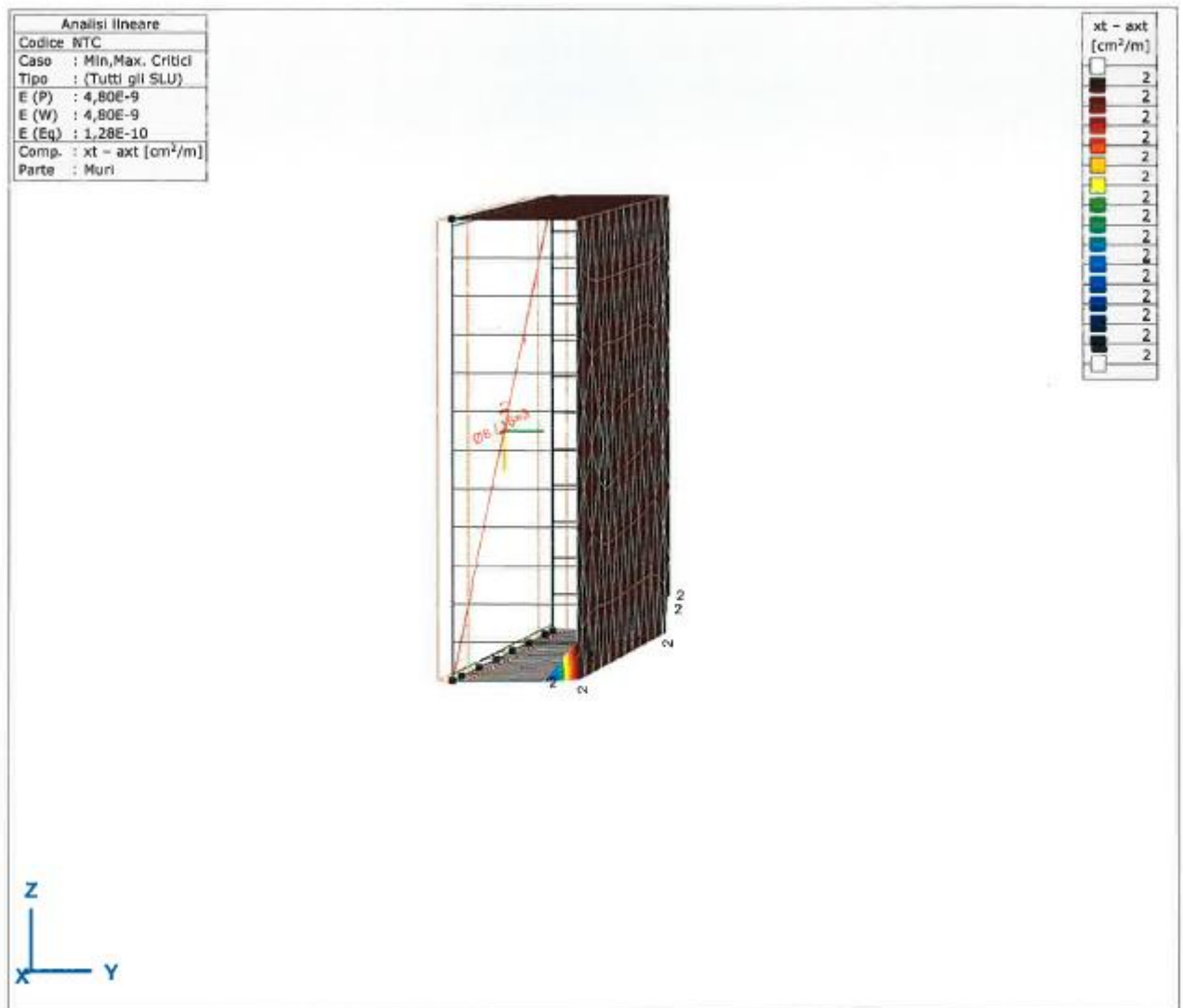
VERIFICA ARMATURE

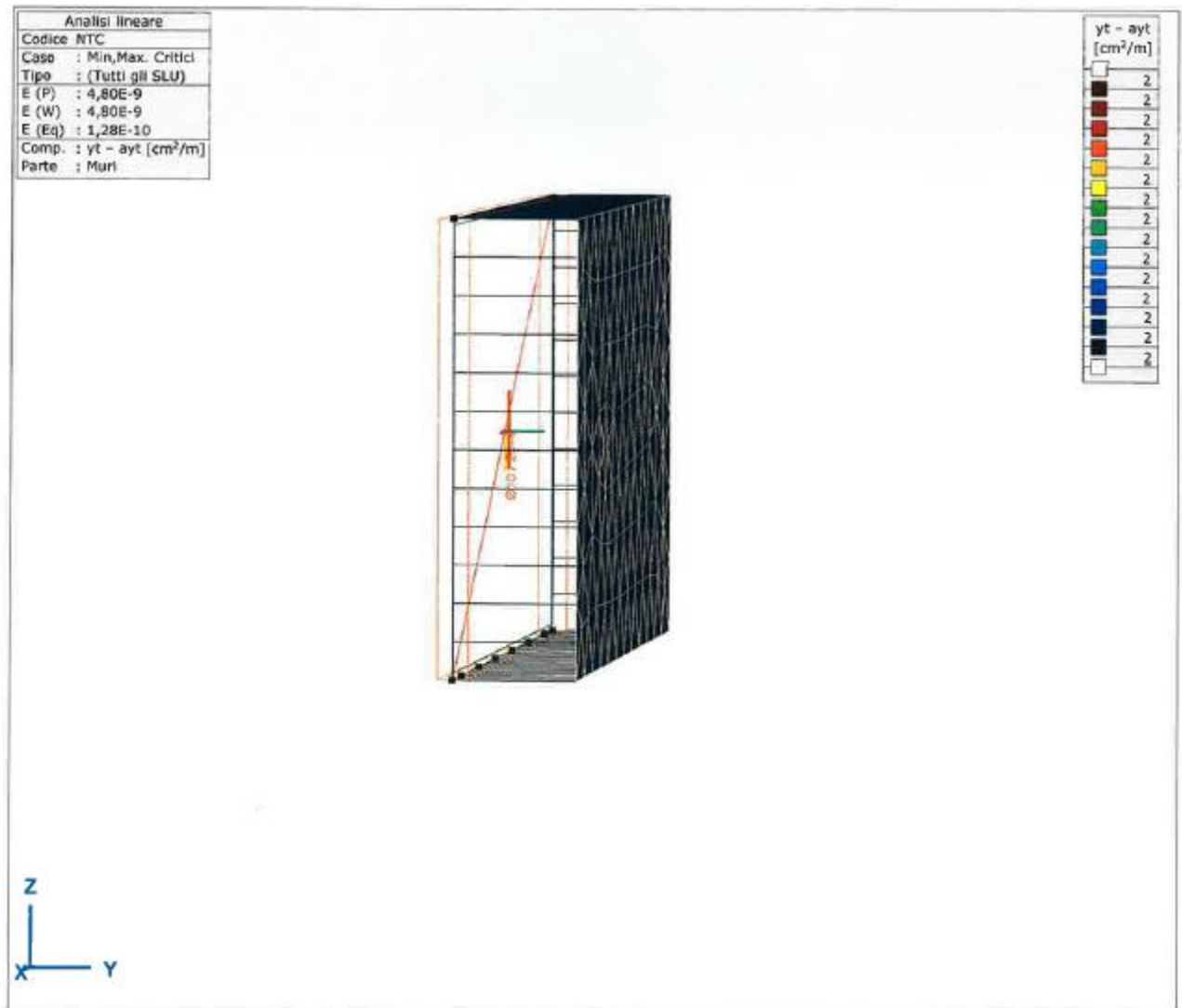
MURO D'ARGINE

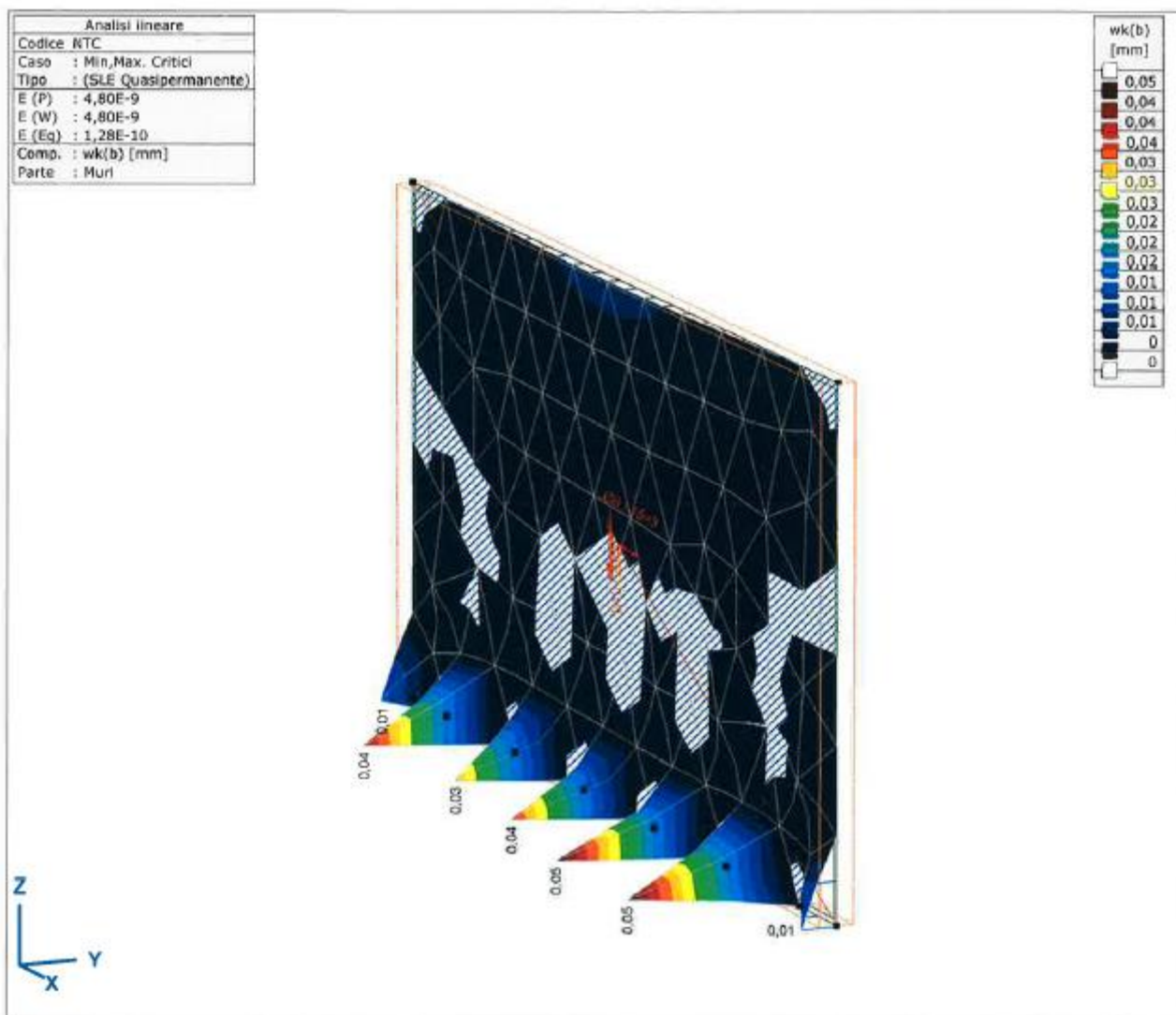
| | |
|----------------|--|
| $X_b - aX_b$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione x |
| $y_b - ay_b$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione y |
| $x_t - ax_t$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione x |
| $y_t - ay_t$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione y |
| $w_k(b)$: | apertura delle fessure secondo l'asse inferiore delle armature |
| $w_k(t)$: | apertura delle fessure secondo l'asse superiore delle armature |













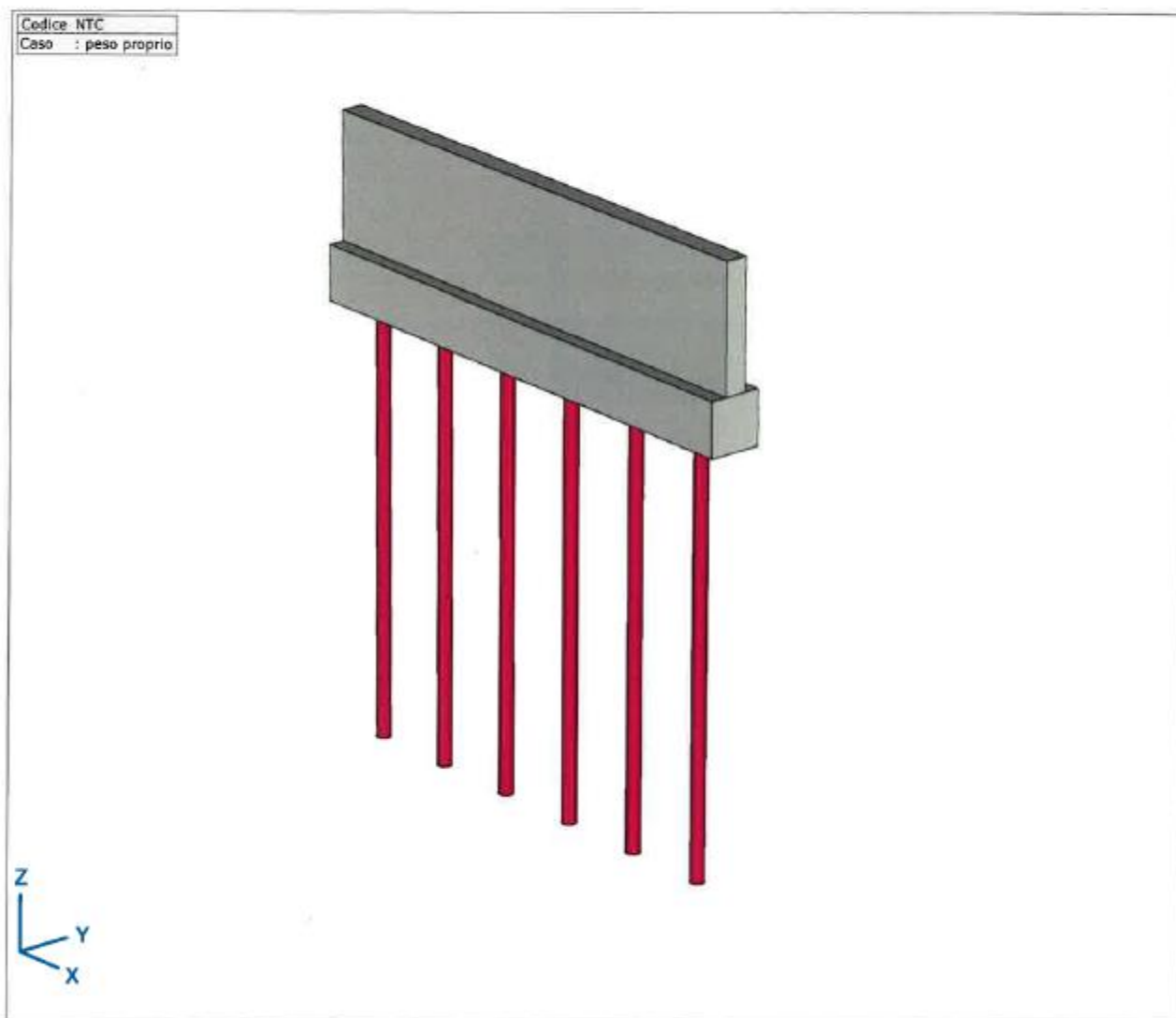
VERIFICA COEFFICIENTI DI SICUREZZA MOLLE

h= profondità da piano di campagna

| | | | |
|-----------|------------------------------|--------------------------|------------------------|
| h = 2.50m | $R_{My} = 1373 \text{ daN}$ | $R_y = 649 \text{ daN}$ | $\gamma = 2.11 > 1.3$ |
| h = 3.00m | $R_{My} = 2440 \text{ daN}$ | $R_y = 412 \text{ daN}$ | $\gamma = 5.92 > 1.3$ |
| h = 4.50m | $R_{My} = 6102 \text{ daN}$ | $R_y = 352 \text{ daN}$ | $\gamma = 17.33 > 1.3$ |
| h = 5.00m | $R_{My} = 11770 \text{ daN}$ | $R_y = 4175 \text{ daN}$ | $\gamma = 2.82 > 2.3$ |

MURO DEL SANTUARIO DI MADONNA DELLE GRAZIE VECCHIE 6.1.2 TRATTO D-E

MODELLO



Massa partecipante per ogni modo (I.) [sismica]

| | $f [Hz]$ | e_x | e_y | e_z | Attivo |
|-----|----------|--------------|--------------|----------|----------|
| 1 | 1,80 | 0 | 0,905 | 0 | 1 |
| 2 | 2,37 | 0,972 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 3,03 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 9,91 | 0 | 0,068 | 0 | 1 |
| 5 | 42,10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4/5 | | 0,972 | 0,973 | 0 | 0 |

f: Frequenza; e_x : Coefficiente di equivalenza sismica in direzione X; e_y : Coefficiente di equivalenza sismica in Direzione Y; e_z : Coefficiente di equivalenza sismica in direzione Y;
Attivo: Utilizzare l'analisi modale per la generazione dei carichi sismici;



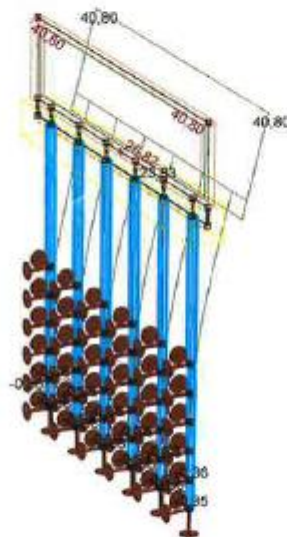
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

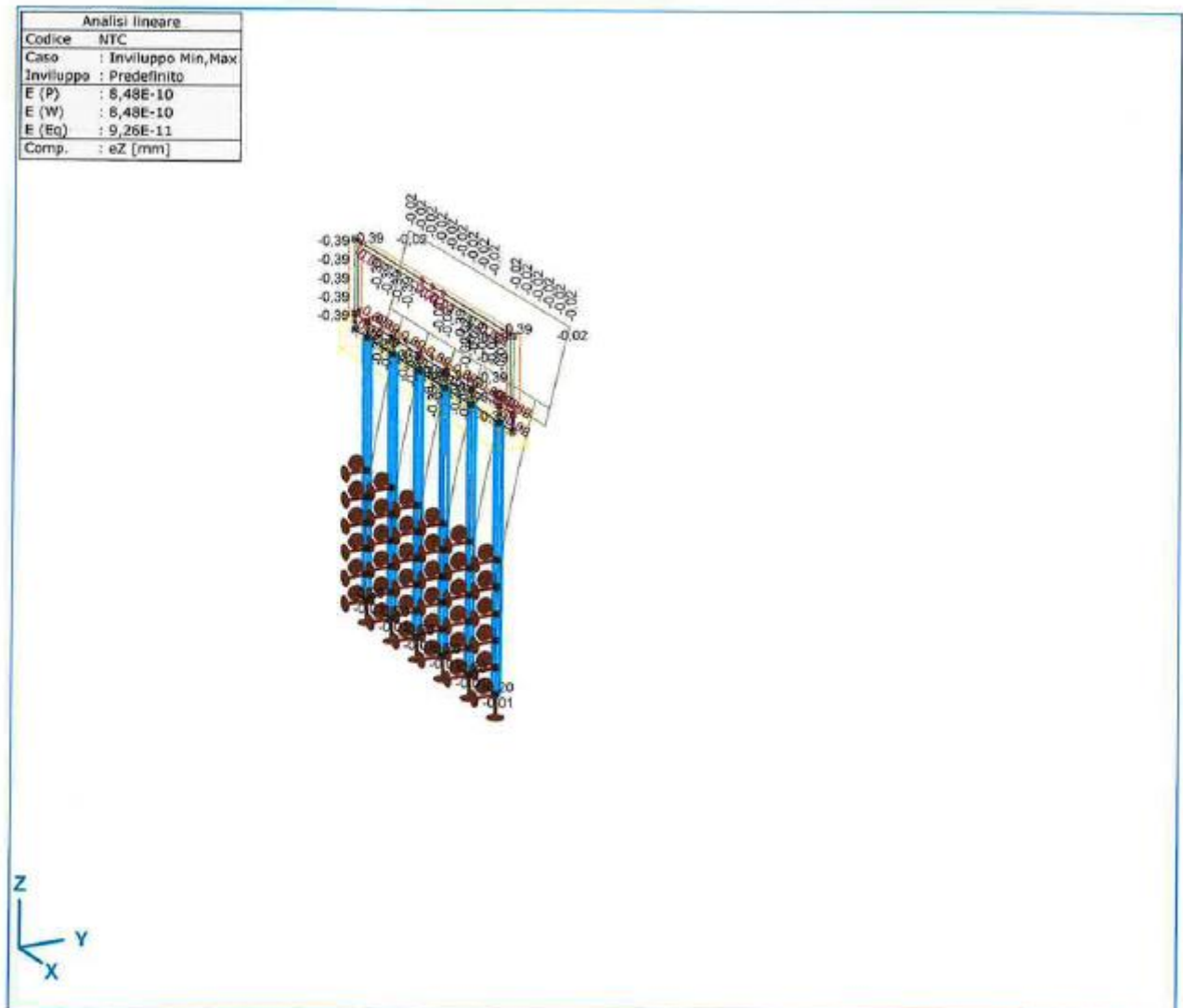
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

CEDIMENTI

E_y , E_z

| Analisi lineare | |
|-----------------|---------------------|
| Codice | NTC |
| Caso | : Involuppo Min,Max |
| Involuppo | : Predefinito |
| E (P) | : 8,48E-10 |
| E (W) | : 8,48E-10 |
| E (Eq) | : 9,26E-11 |
| Comp. | : eY (mm) |





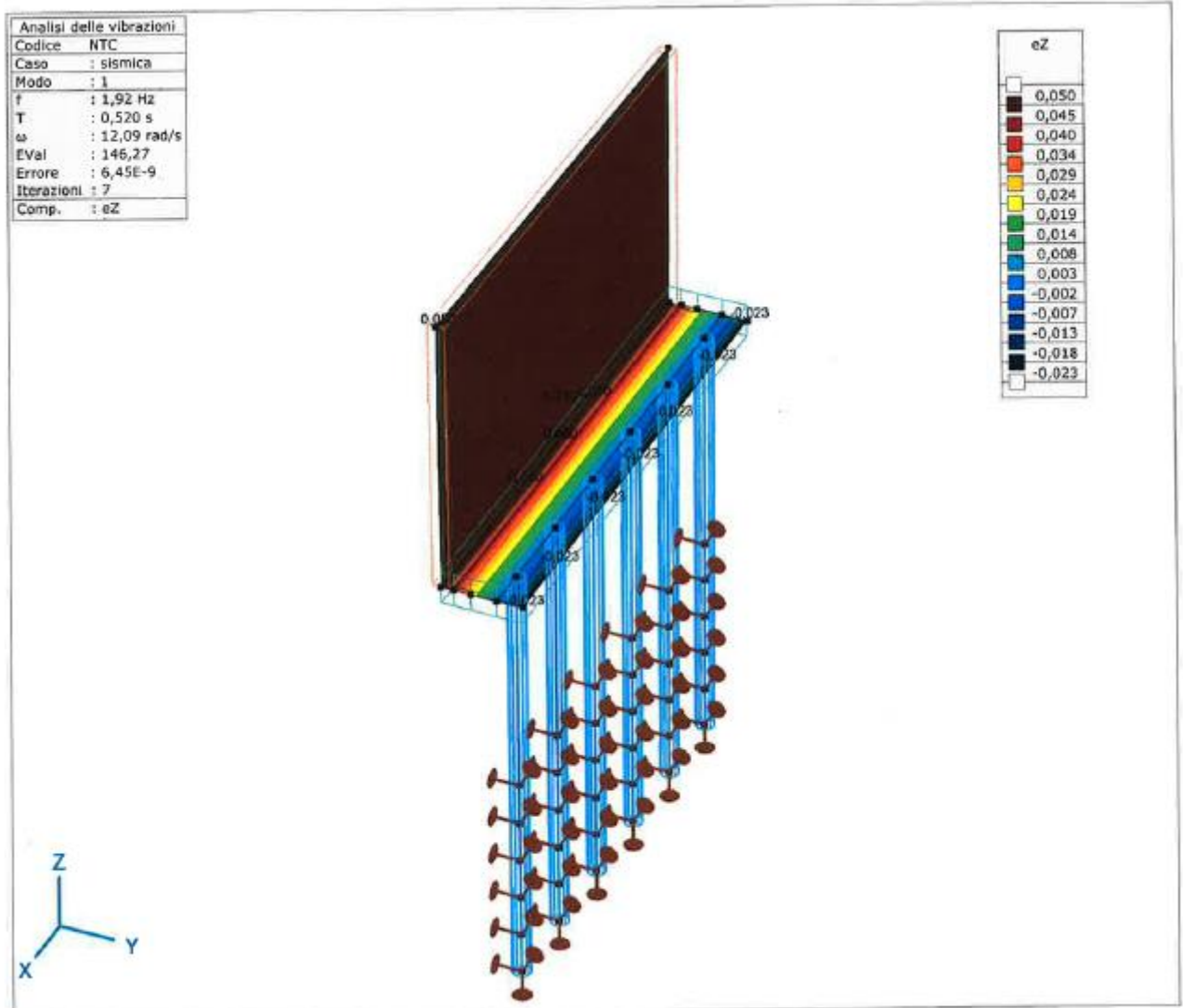


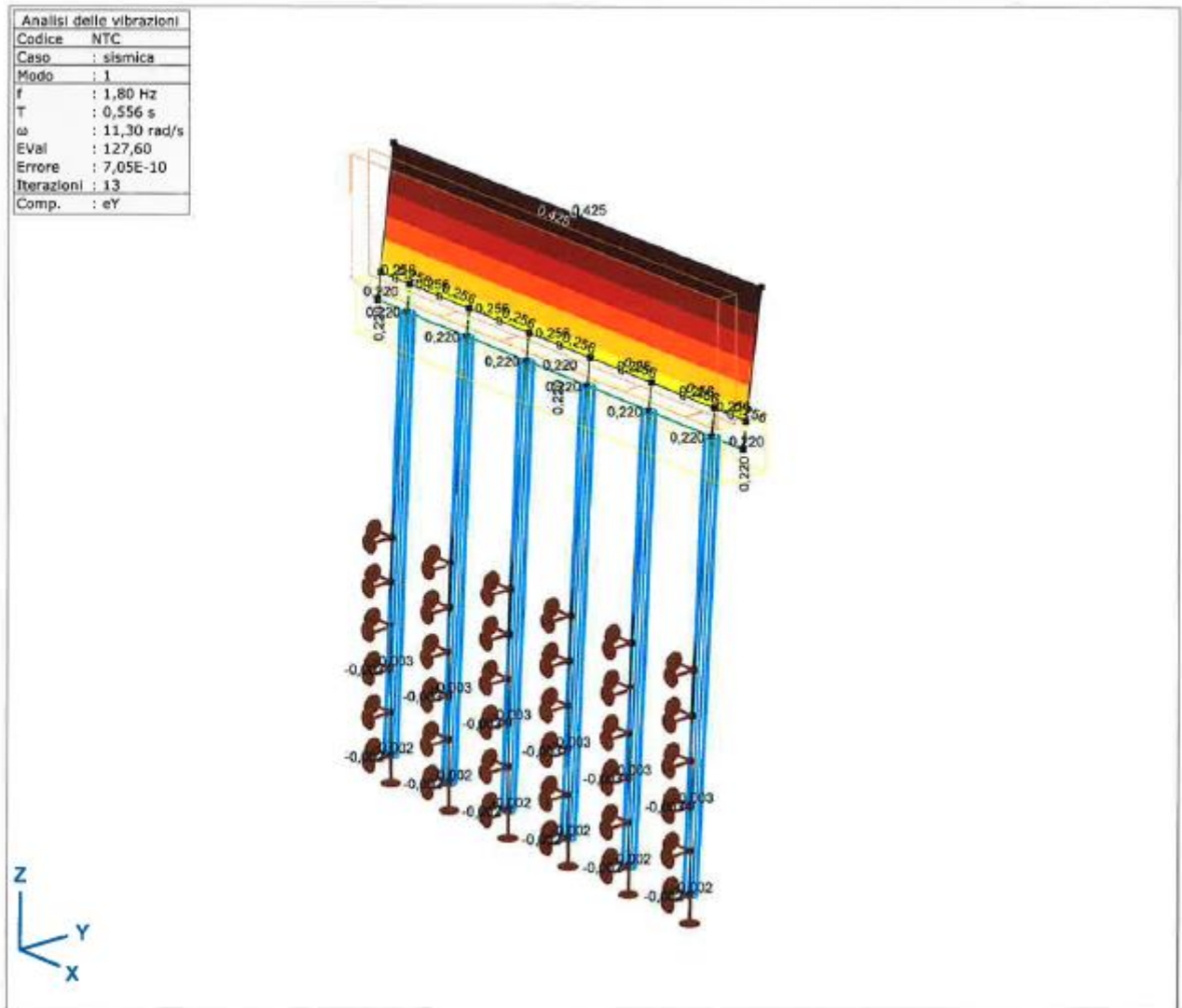
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

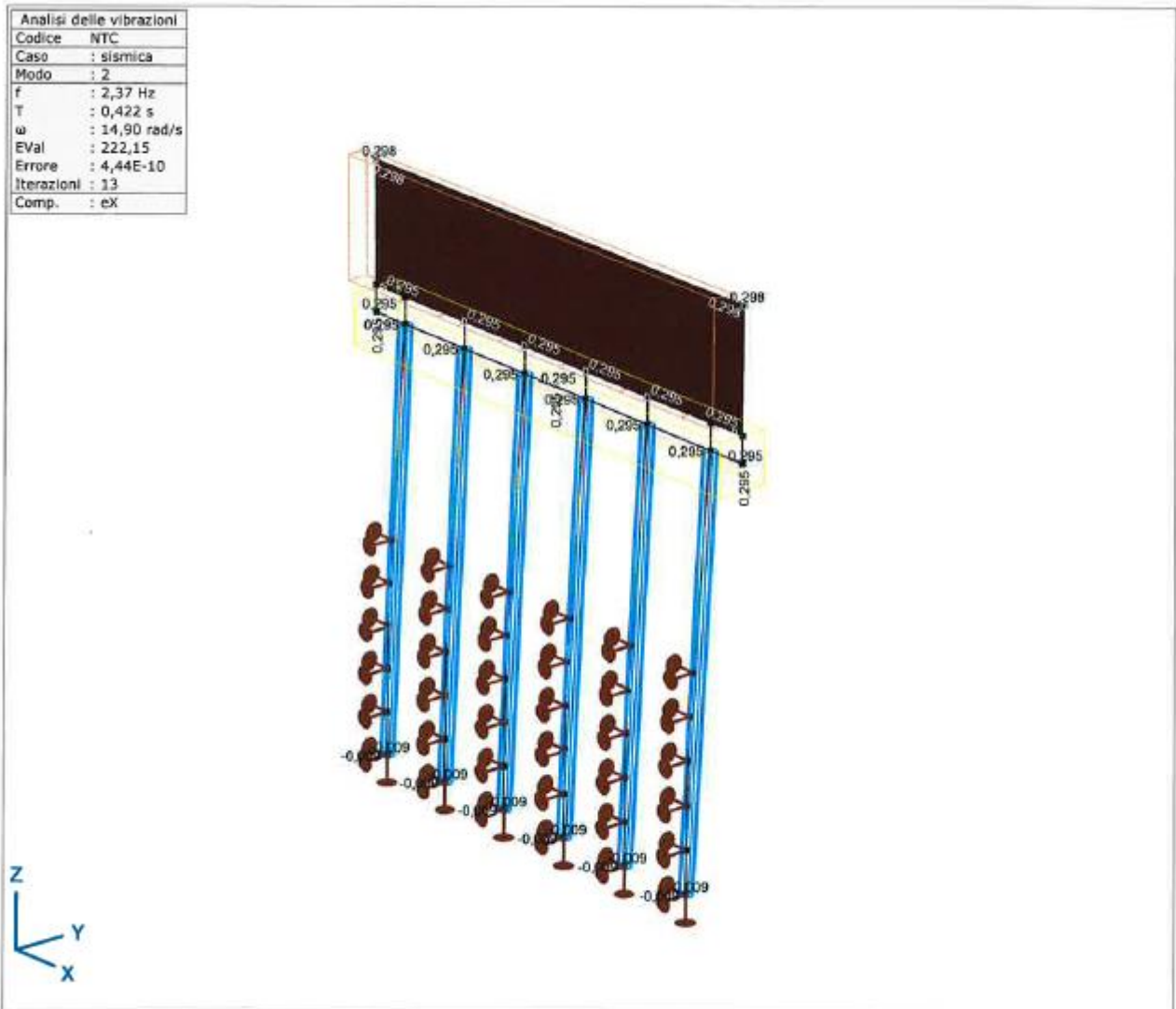
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

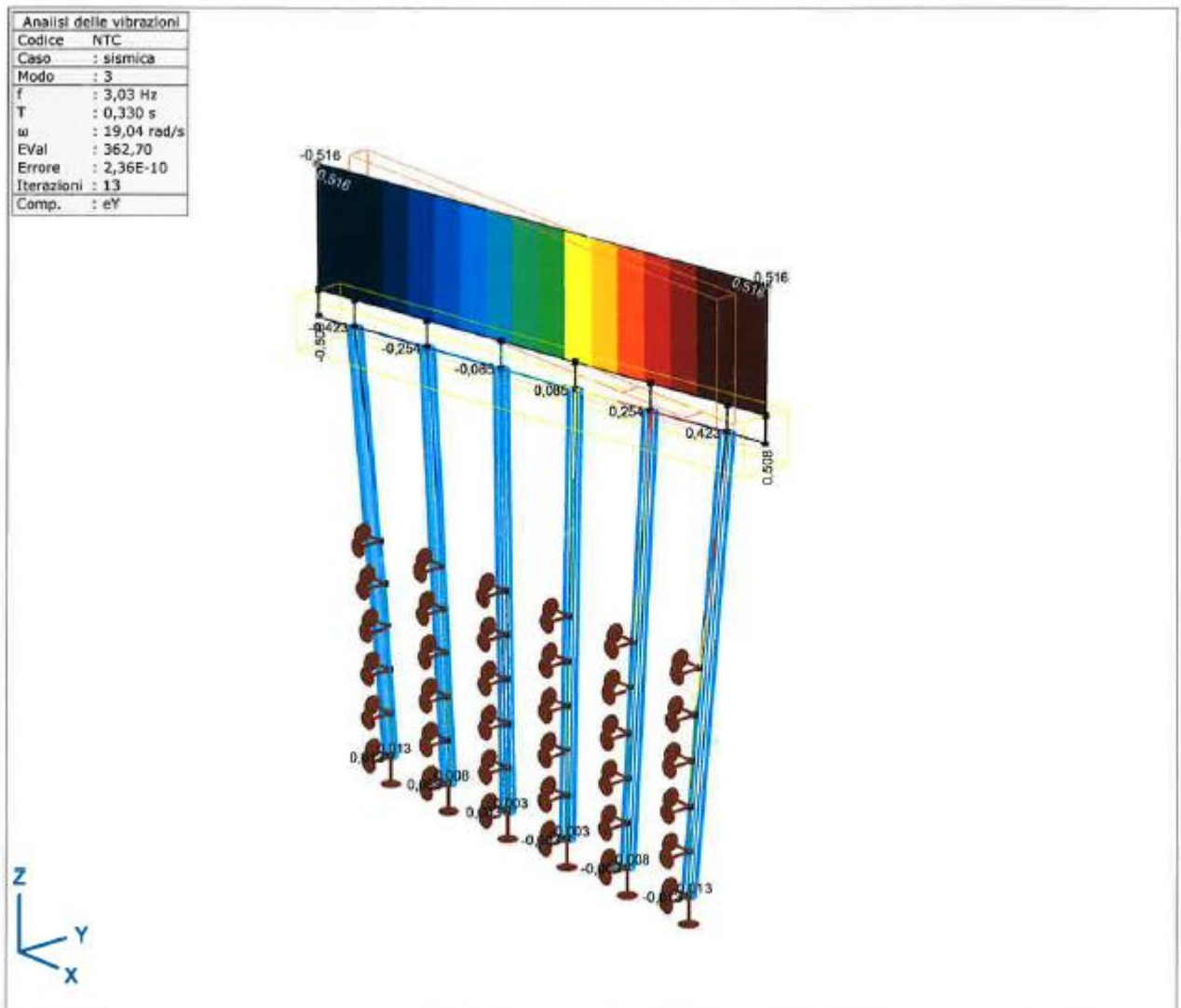


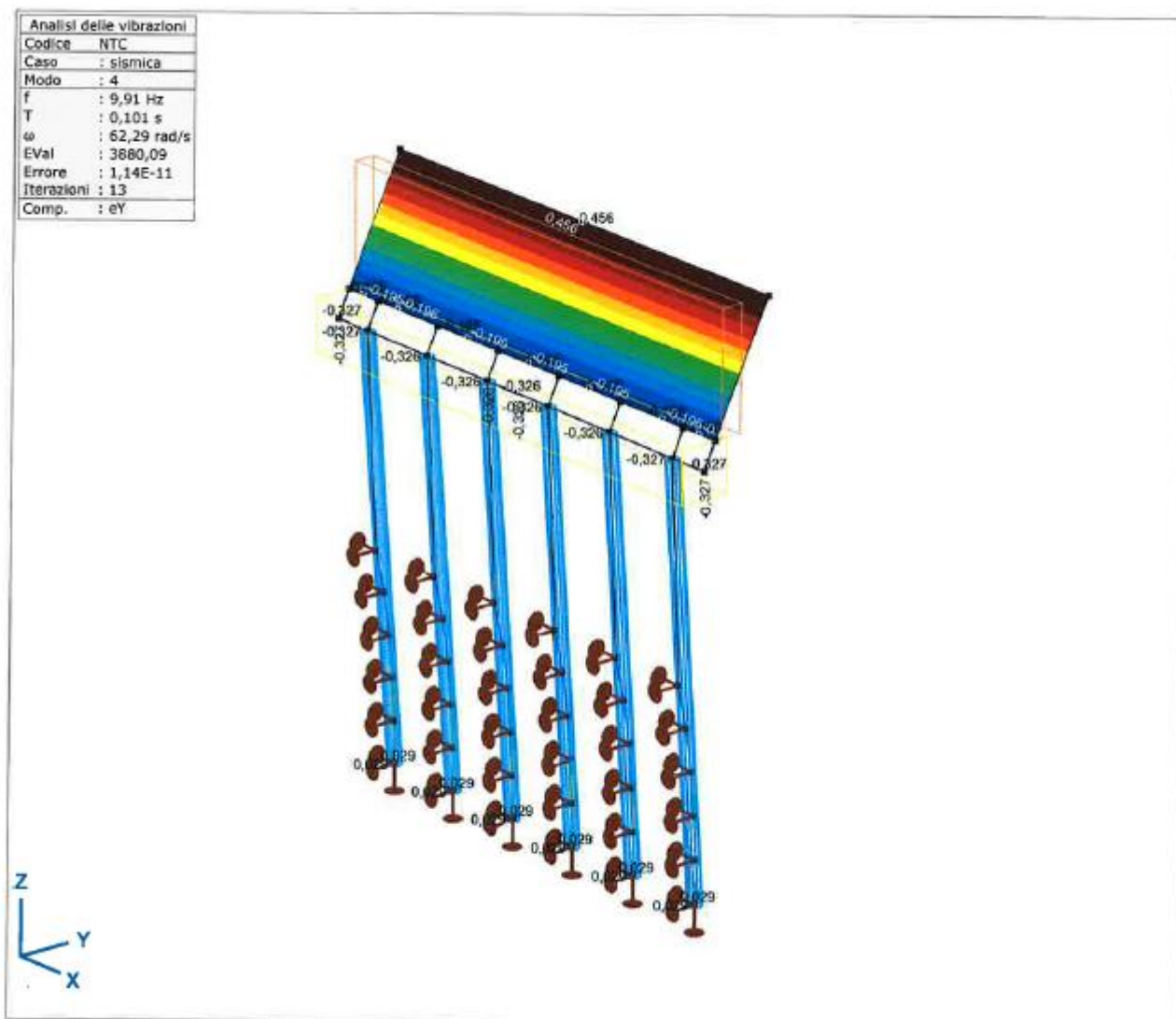
VIBRAZIONI











SOLLECITAZIONI

N_x = Azioni assiali in direzione X

N_y = Azioni assiali in direzione Y

M_z = Momenti flettenti in direzione Z

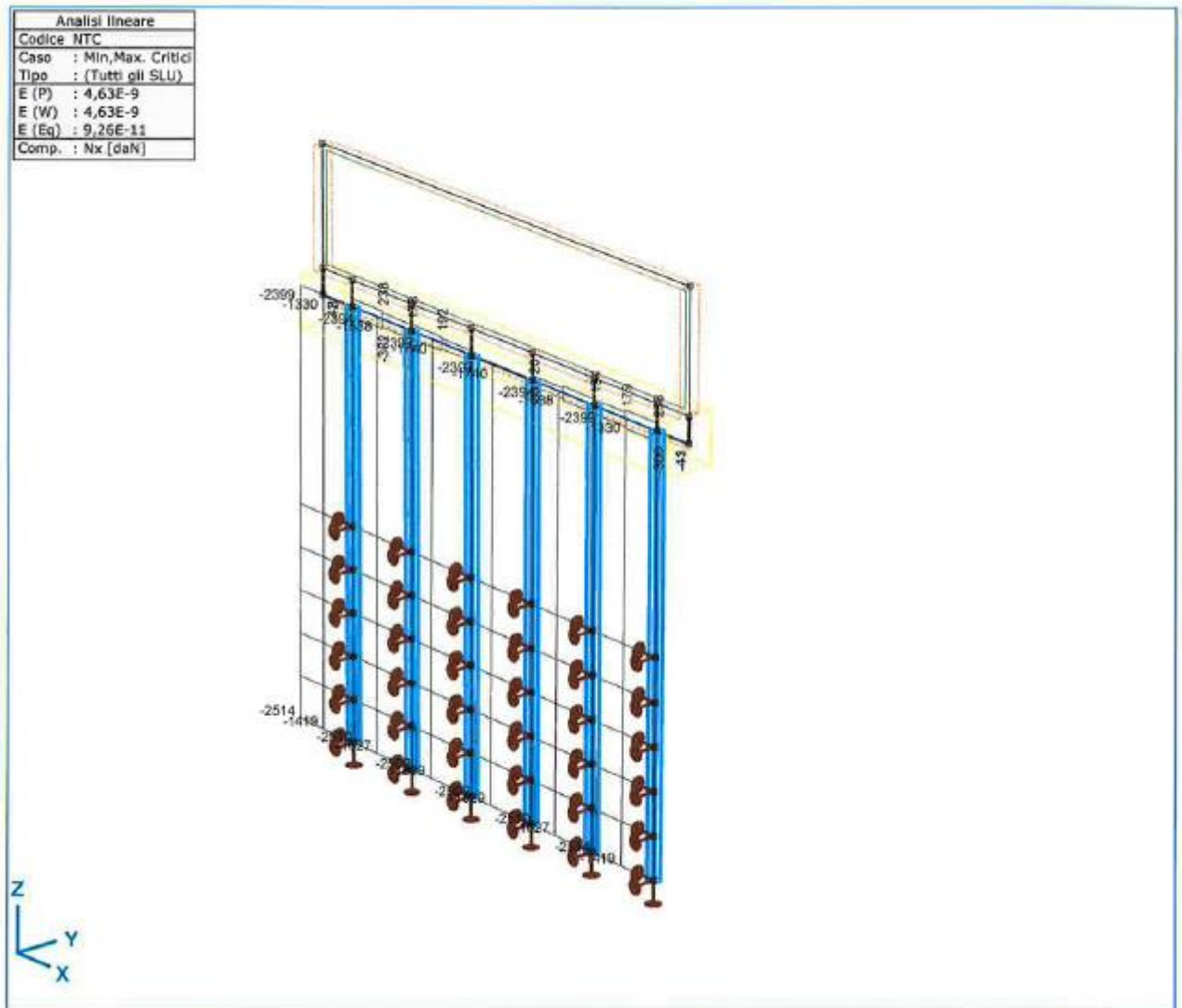
M_y = Momenti flettenti in direzione Y

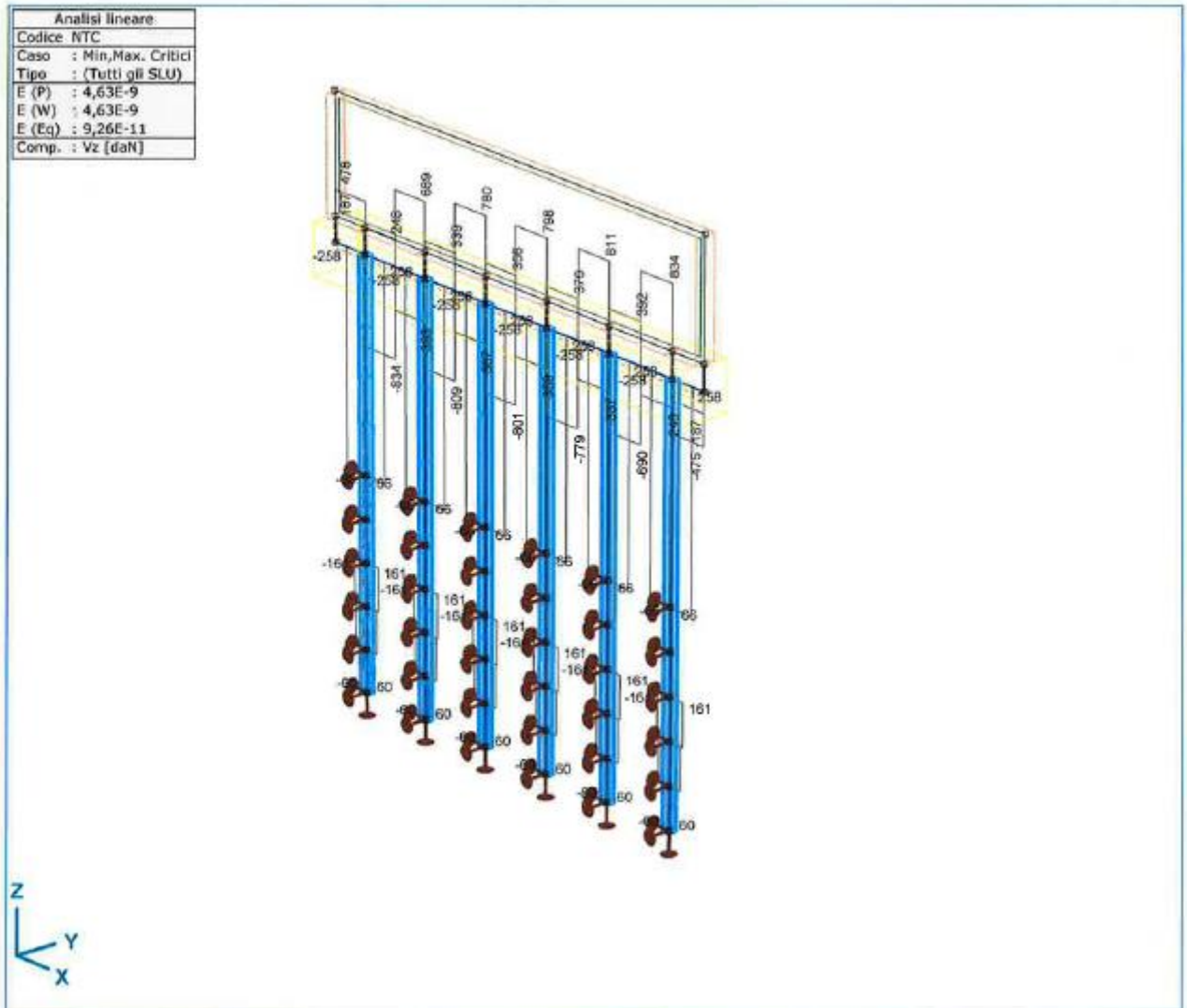
V_y = Azioni taglianti in direzione Y

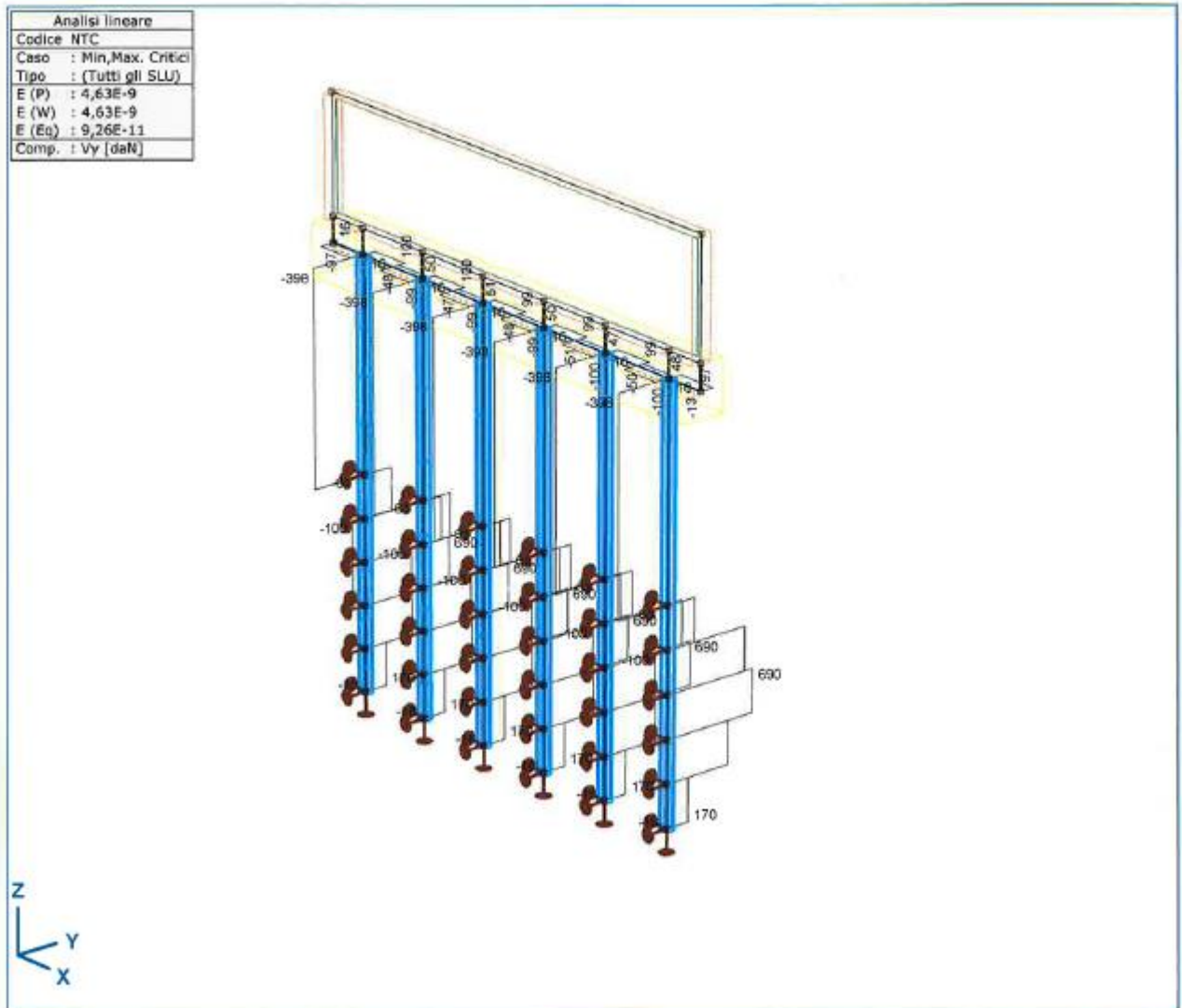
V_z = Azioni taglianti in direzione Z

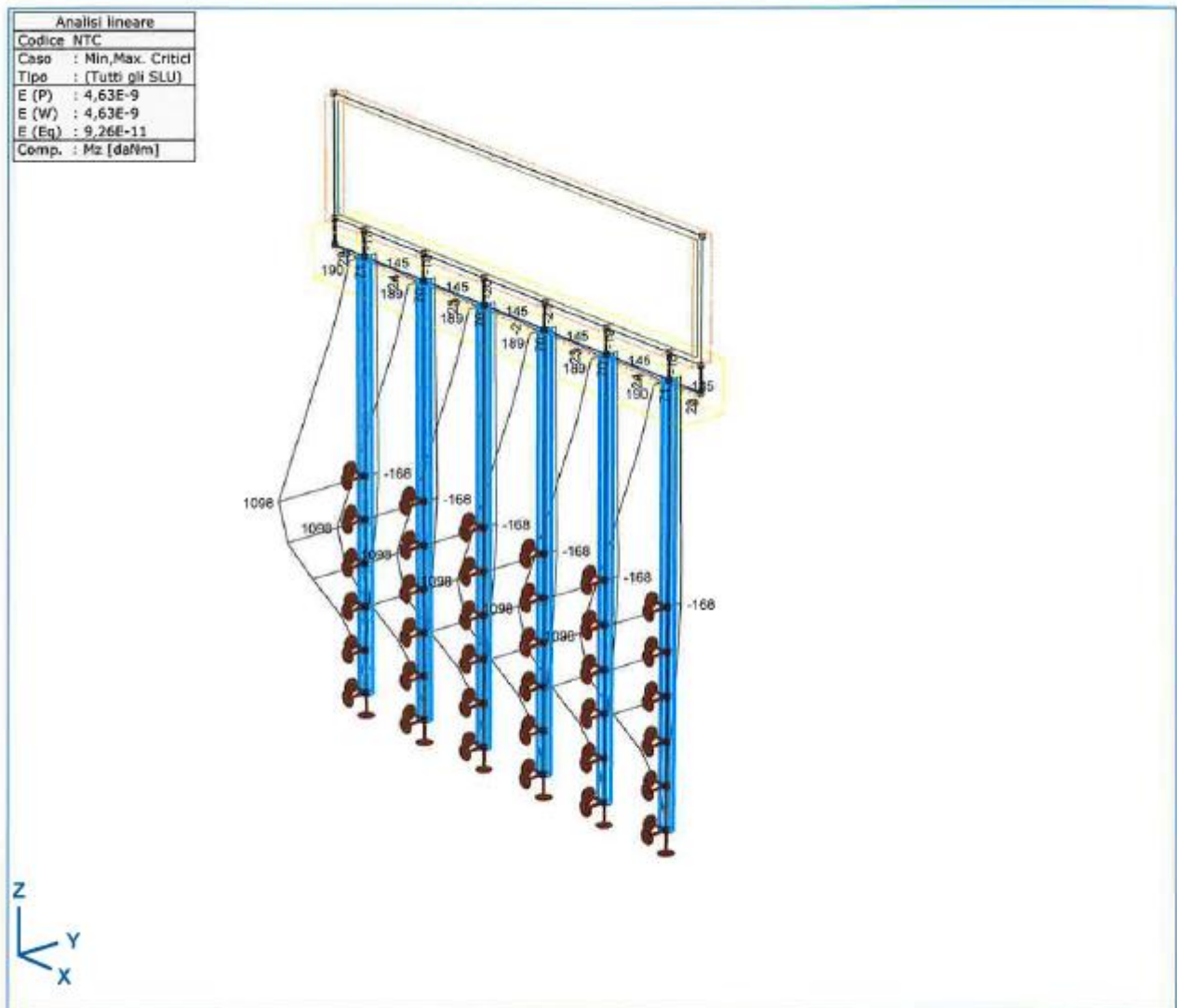
R_y = Reazioni vincolari in direzione Y

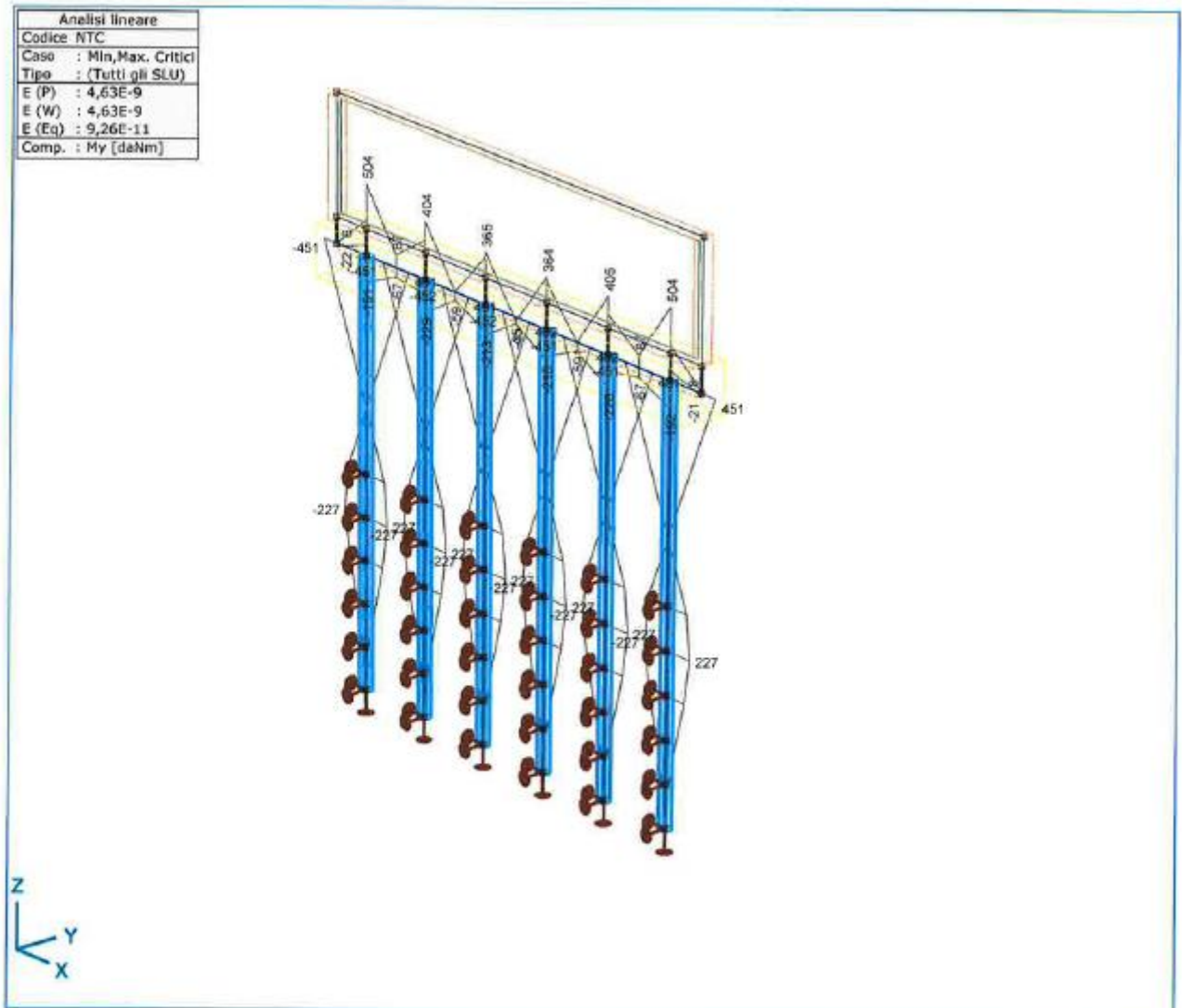
R_z = Reazioni vincolari in direzione Z

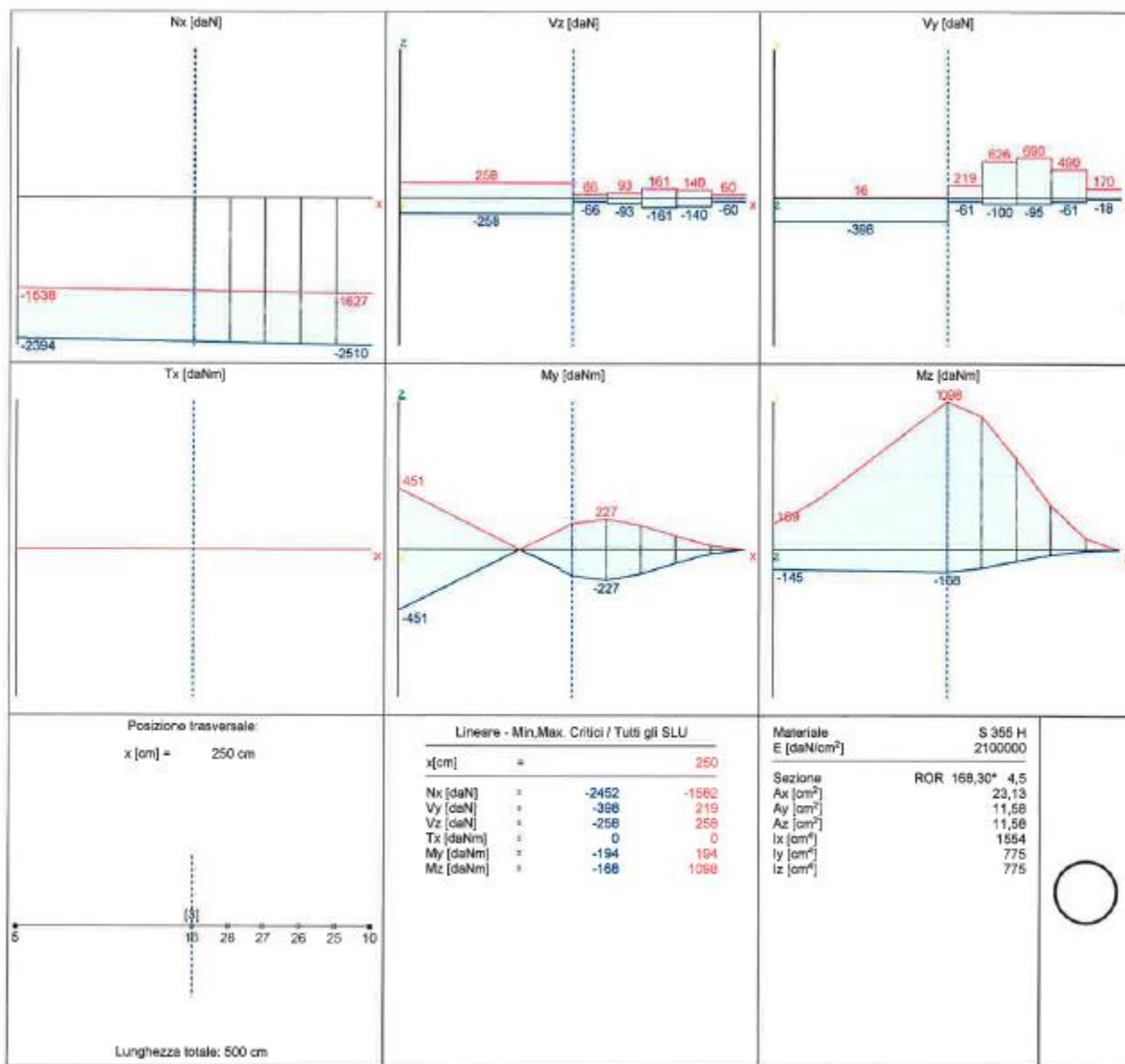


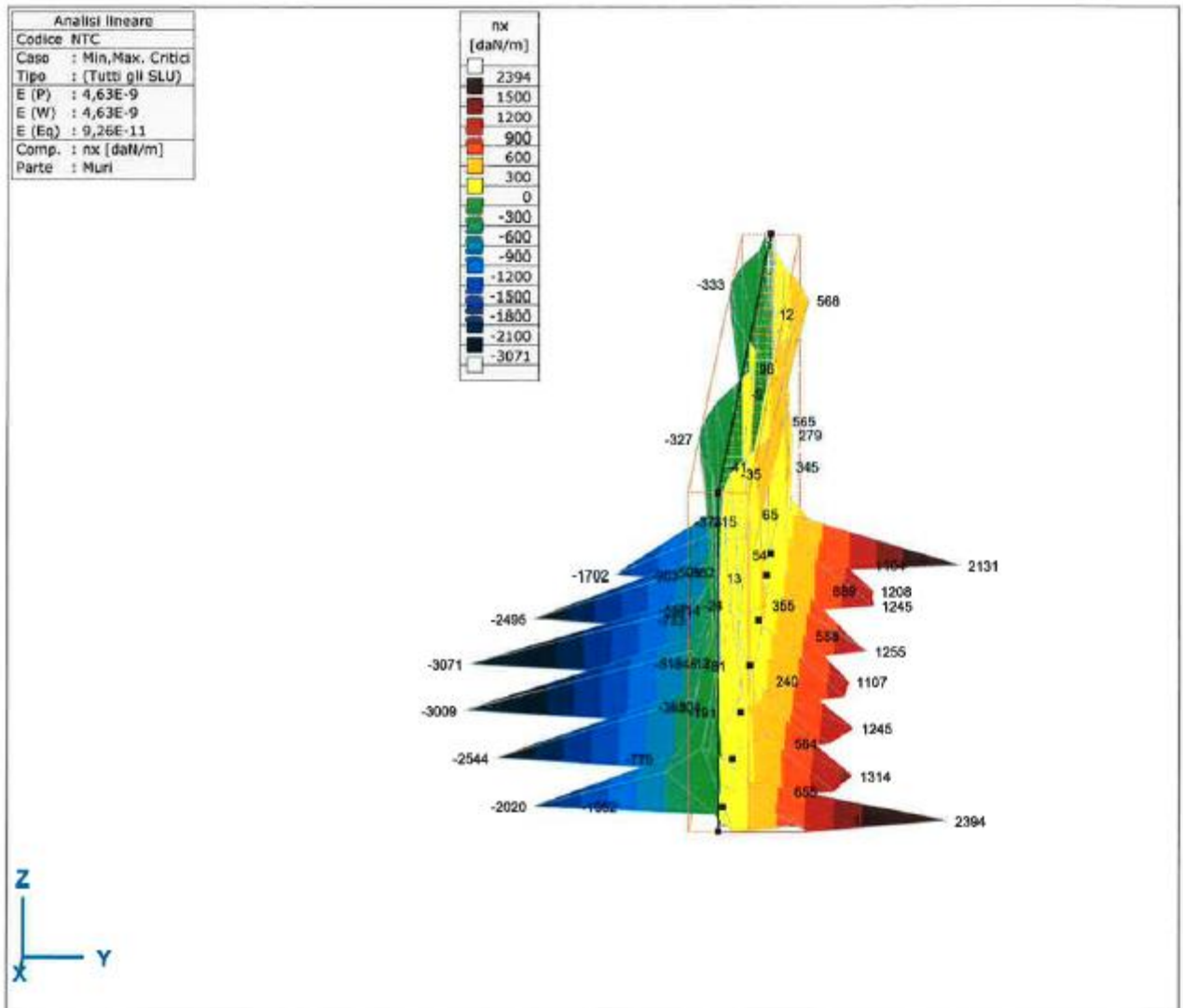


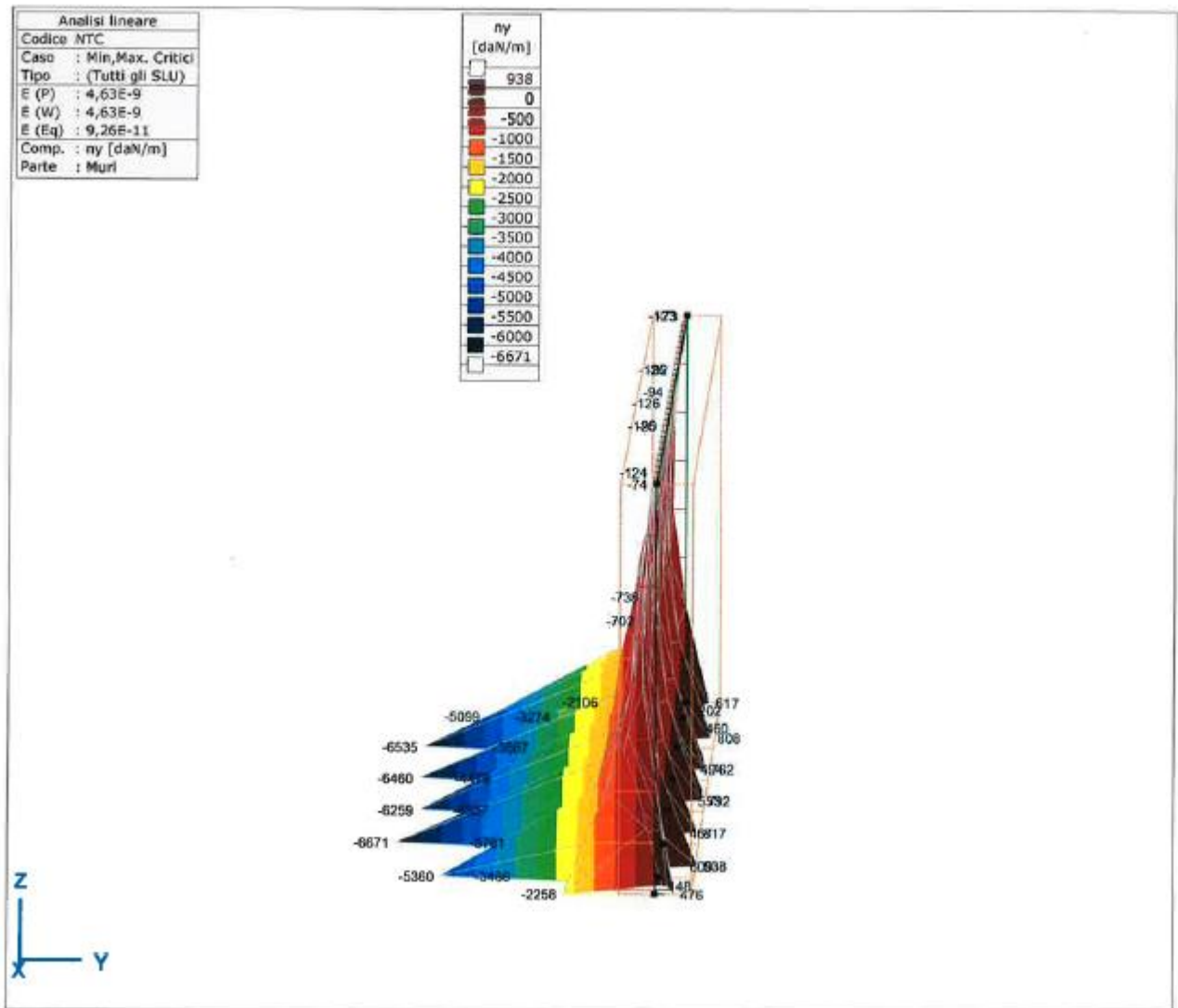


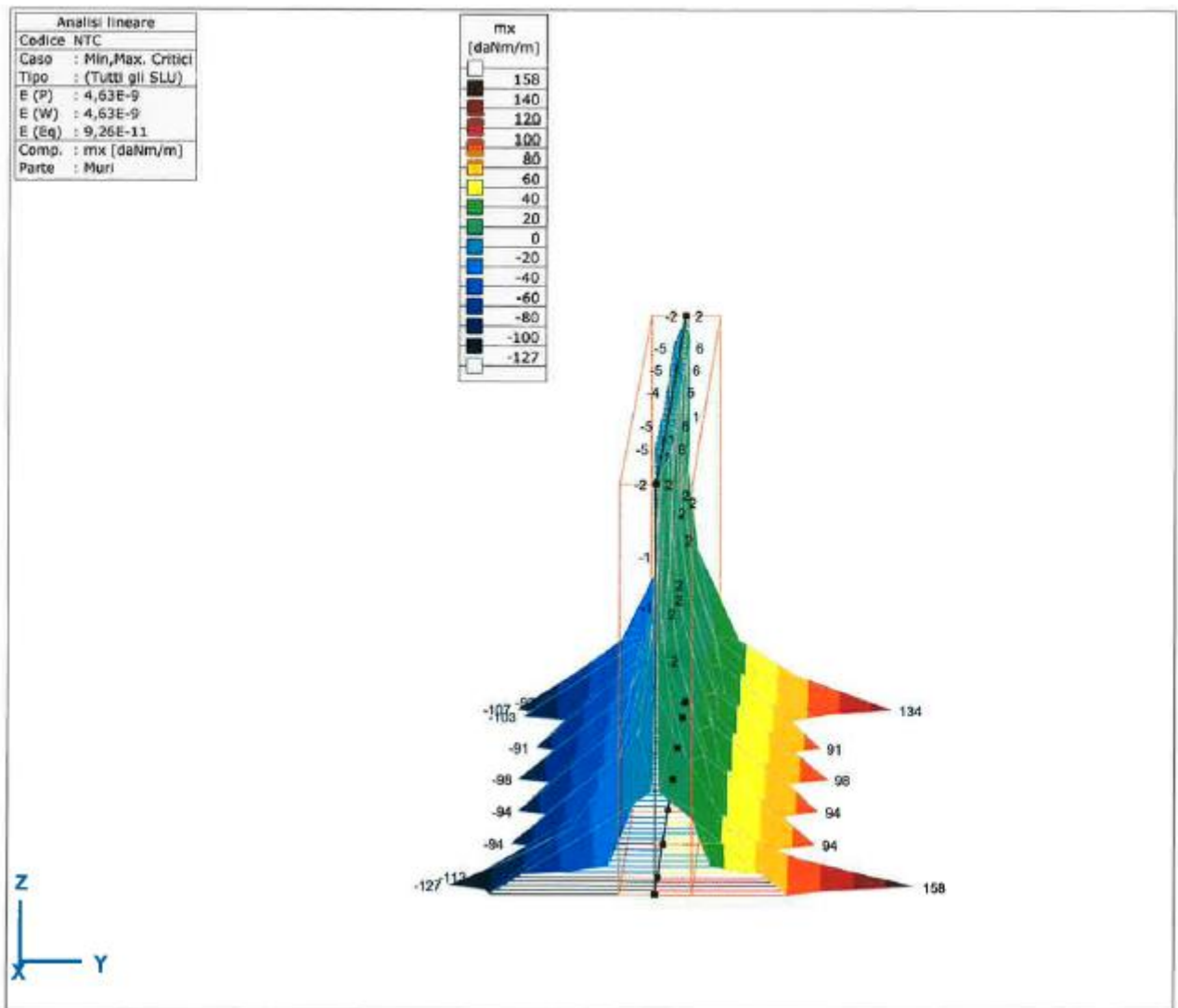


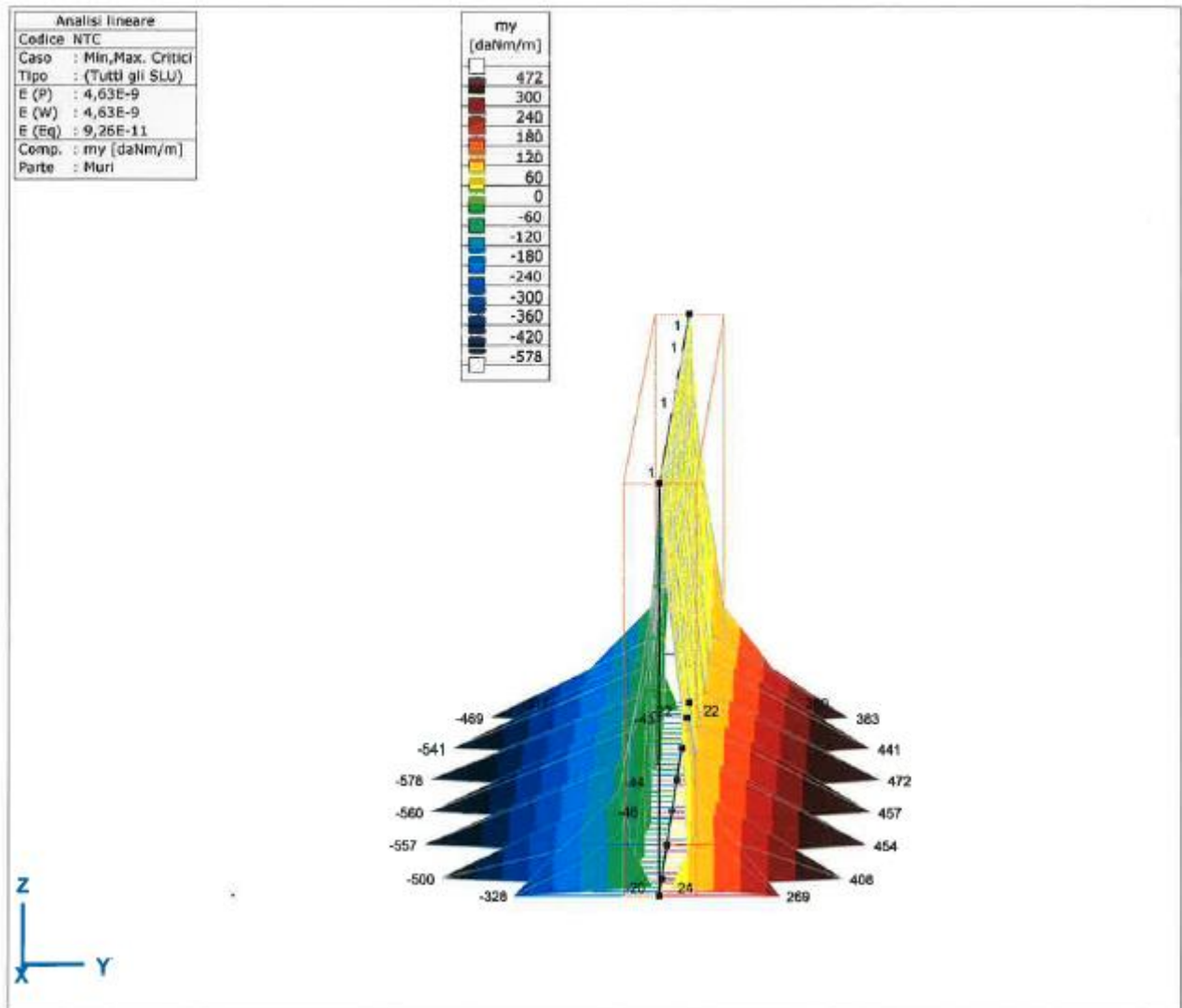










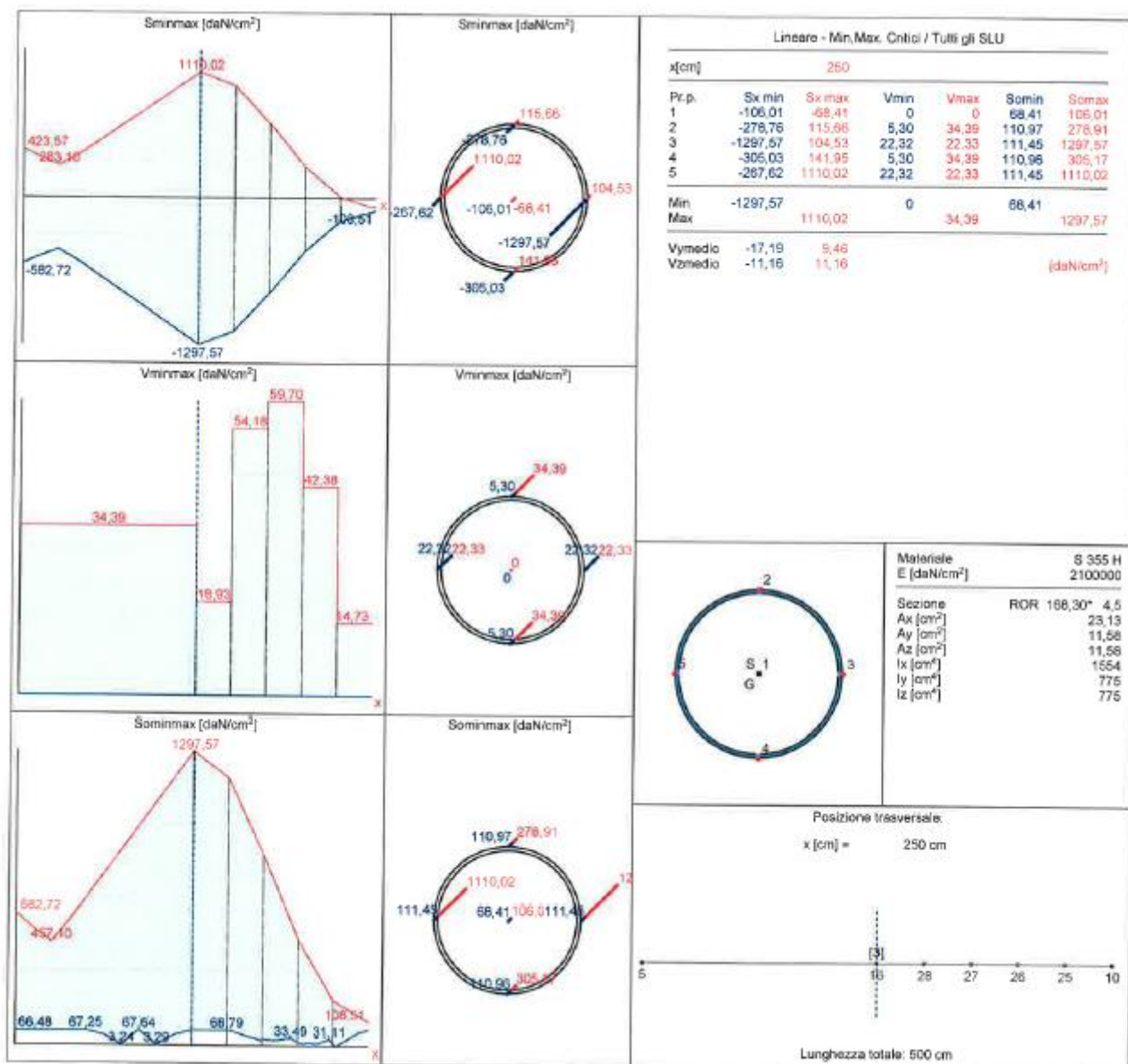




LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

SOLLECITAZIONI ARMATURA MICROPALI



DESCRIZIONE TRAVI DI FONDAZIONE

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γc-SLV | fctd-SLV [daN/cm ²] | γc-SLD | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|-------------------------------|--------|------------------------------------|--------|------------------------------------|
| | | | | | |

fck = resistenza a compressione cilindrica caratteristica del calcestruzzo

γc-SLV = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

fctd-SLV = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γc-SLD = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

fctd-SLD = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | fyk [daN/cm ²] | γs-SLV | fyd-SLV [daN/cm ²] | γs-SLE | γs-SLD | fyd-SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|
| | | | | | | | |

Es = Modulo elastico dell'acciaio

fyk = resistenza a snervamento caratteristica dell'acciaio

γs-SLV = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

fyd-SLV = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γs-SLD = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

fyd-SLD = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

γs-SLE = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLE (stato limite di esercizio)

GERARCHIA RESISTENZE PER IL CALCOLO SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE

Per le strutture progettate sia per CD "A" sia per CD "B" il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti. Più precisamente, la struttura di fondazione è progettata in modo che resista ad azioni pari a quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un γRd pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A".

SOLLECITAZIONI COMPLETE PER INVILUPPO - SLV

Mx+ = Momento flettente positivo per sezione

Mx- = Momento flettente negativo per sezione

Tx = Taglio sollecitante per sezione

CAMPATA:

| Sezioni [cm] | Mx+ [daNm] | Mx- [daNm] | Tx [daN] |
|--------------|------------|------------|----------|
| | | | |

ARMATURA LONGITUDINALE

| Camp | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] |
| | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)

C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)

C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)

DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)

DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)

A teor. = Area di ferro teorica minima da calcolo

A disp. = Area di ferro disposta

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| Camp | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|
| | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)

C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)

C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)

DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)

DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)

Msd = Momento sollecitante Msd

Mrd = Momento resistente Mrd

Nel caso di edifici sismici in zona 1, 2 e 3 si applicano le norme tecniche ed le sollecitazioni di calcolo sono valutate attraverso la gerarchia delle resistenze secondo il paragrafo 7.4.4.1.1. I momenti flettenti di calcolo, da utilizzare per il dimensionamento e la verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura per le combinazioni di carico sismiche, mentre, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, gli sforzi di taglio VEd da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio della trave soggetta all'azione dei carichi gravitazionali agenti sulla trave, incernierata agli estremi, VEd cern e dei momenti resistenti Mb,Rd,1,2 delle due sezioni plasticizzate amplificati del fattore di sovrarresistenza γRd assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD"A", ad 1,00 per strutture in CD"B":

$$V_{Ed} = \frac{(M_{b,Rd1} + M_{b,Rd2})}{l} \cdot \gamma_{Rd} + V_{Ed\ cern}$$



Si eseguono tutte le combinazioni tra momenti resistenti positivi e negativi e taglio sollecitante della trave incernierata alle estremità.

Nel caso di edifici sismici in zona 4 con classe d'uso III o IV si applicano le NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze. Sia i momenti flettenti, che i tagli di calcolo, utilizzati nel dimensionamento e verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura.

Per edifici sismici in zona 4 con classe d'uso I o II si può scegliere se applicare il metodo alle tensioni ammissibili secondo il DM96-sismico oppure il metodo agli stati limite dalle NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze.

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| CAMP. | App. | Msd + [daNm] | Msd - [daNm] | Af + [cm ²] | Af - [cm ²] | Mrd + [daNm] | Mrd - [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx gerar. [daN] |
|-------|------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | |

CAMP. = Campata

App. = Appoggio (SX = sinistro, DX = destro)

Msd+ = Momento sollecitante positivo (lembo inferiore)

Msd- = Momento sollecitante negativo (lembo superiore)

Af+ = Area ferri lembo inferiore

Af- = Area ferri lembo superiore

Mrd+ = Momento resistente positivo (lembo inferiore)

Mrd- = Momento resistente negativo (lembo inferiore)

Tx max = Taglio massimo derivante dall'analisi sismica

Tx min = Taglio minimo derivante dall'analisi sismica

Tx gerar. = Taglio calcolato attraverso la gerarchia delle resistenze

Il taglio di calcolo risulta il massimo tra i valori assoluti di Tx max, Tx min, Tx gerar.

VERIFICHE TAGLIO – SLV

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vryd C [daN] | Vryd E [daN] | Vryd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

Vrzd C = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona centrale

Vrzd E = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vrzd A = Taglio resistente lato calcestruzzo nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vryd C = Taglio resistente lato acciaio in zona centrale

Vryd E = Taglio resistente lato acciaio in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vryd A = Taglio resistente lato acciaio nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vsd C Max = Taglio sollecitante massimo nella zona centrale

Vsd E Max = Taglio sollecitante massimo nella zona estrema

Vsd A Max = Taglio sollecitante massimo nella zona agli appoggi

Vrzd Cent. = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona centrale

Vrzd Estr. = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vrzd App. = Taglio resistente lato calcestruzzo nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vryd Cent. = Taglio resistente lato acciaio in zona centrale

Vryd Estr. = Taglio resistente lato acciaio in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.

Vryd App. = Taglio resistente lato acciaio nella zona agli appoggi, se è contemplata.

Vsd Max Cent. = Taglio sollecitante massimo nella zona centrale

Vsd Max Estr. = Taglio sollecitante massimo nella zona estrema

Vsd Max App. = Taglio sollecitante massimo nella zona agli appoggi

VERIFICHE SLE

| Cam p | Fessurazione comb. QP (max amm. 0,3 mm) | | | | | | Fessurazione comb. Freq (max amm. 0,4 mm) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|----------|---|-----------|------------|------------|-----------|------------|---|-----------|------------|------------|-----------|------------|---------------------------------|---------------|
| | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Lung./h utile Lim. | Lung./h utile |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

Sup. SX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio sinistro

Sup. C = entità della fessurazione al lembo superiore in campata

Sup. DX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio destro

Inf. SX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio sinistro

Inf. C = entità della fessurazione al lembo inferiore in campata

Inf. DX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio destro

Lung./h utile Lim. = rapporto massimo tra luce e altezza utile della campata

Lung./h utile = rapporto reale tra luce e altezza utile della campata

RELAZIONE GEOTECNICA

Approccio per calcolo geotecnico :

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 delle Tabelle sopra citate. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

I coefficienti parziali γ_M per i parametri geotecnici e i coefficienti γ_R che operano direttamente sulla resistenza globale di opere e sistemi geotecnici sono definiti nel successivo Capitolo 6.

Tabella 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

| | | Coefficiente γ_F | EQU | A1 STR | A2 GEO |
|---|-------------|----------------------------|-----|-----------|-----------|
| Carichi permanenti | favorevoli | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | sfavorevoli | γ_{G2} | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | favorevoli | γ_{G3} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | sfavorevoli | γ_{G4} | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Carichi variabili | favorevoli | γ_{Q1} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | sfavorevoli | γ_{Q2} | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano completamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.1 il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_{Q1} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Metodo di verifica SLU per capacità portante: Brinch-Hansen

Condizione drenata

Nel caso di terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie) la condizione critica si verifica in condizioni drenate causa della loro elevata permeabilità. Nei terreni a grana fine (limi e argille) le condizioni drenate si verificano molto tempo dopo l'applicazione dei carichi.

L'assunzione dell'applicazione del principio di "Sovrapposizione degli effetti", ha permesso la definizione della formula trinomia di Terzaghi per il calcolo della capacità portante di un terreno.

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \cdot N_{\gamma} \cdot \gamma' \cdot B + N_q \cdot q' + N_c \cdot c'$$

dove:

- il primo termine è relativo al contributo delle forze di attrito, dovute al peso proprio γ' del terreno interno alla superficie di scorrimento con B la base della sezione trasversale della fondazione (il lato minore nel caso di plinti di fondazione)
- il secondo termine è relativo all'effetto stabilizzante del sovraccarico agente ai lati della fondazione q' (ad esempio a causa dell'approfondimento del piano di fondazione rispetto al piano campagna);
- il terzo addendo si riferisce al contributo dato dalla coesione c' lungo la superficie di scorrimento

N_q , N_c , N_{γ} i fattori di capacità portante in funzione dell'angolo di attrito del terreno sottostante e assumono le seguenti espressioni:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$$

$$N_{\gamma} = 2(N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

La formula base derivata da Terzaghi, può essere estesa ad altre condizioni (diversa forma della fondazione, meccanismo di punzonamento, carichi inclinati e/o eccentrici, ecc.) mediante l'introduzione di coefficienti correttivi.

Le limitazioni imposte nell'ipotesi iniziali di Terzaghi possono essere superate applicando la formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

che adotta opportuni fattori correttivi che tengono conto di:

- forma della fondazione (s)
- inclinazione ed eccentricità del carico (i)
- inclinazione del piano di posa della fondazione (b)
- inclinazione del piano campagna (g)
- profondità del piano di posa (d)

Condizione non drenata

Nel caso di fondazioni su terreni a grana fine saturi, le condizioni critiche nei confronti della rottura si verificano immediatamente dopo l'applicazione del carico. In questi casi si effettua l'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali (essendo difficile valutare nel tempo l'andamento delle pressioni neutre), dove: $c=c_u$ (coesione non drenata) e $\phi=0$.

L'equazione della capacità portante diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q$$

dove:

- il primo termine rappresenta il contributo stabilizzante data dalla resistenza al taglio non drenata c_u in cui

$$N_c = 2 + \pi = 5,14$$

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0,4 \cdot \frac{B}{L} \quad \text{se } D \leq B$$

$$d_c = 1 + 0,4 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{B}{L} \right) \quad \text{se } D > B$$

$$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_u \cdot N_c} \quad \text{dove } m = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

$$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \alpha}{\pi + 2}$$

$$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{\pi + 2}$$

il secondo termine è relativo all'effetto stabilizzante del sovraccarico agente ai lati della fondazione q .

Metodo di verifica SLE per cedimenti: Metodo edometrico

Il metodo edometrico è il classico procedimento per il calcolo dei cedimenti proposto da Terzaghi. Si basa sulle curve ricavate da prove edometriche per terreni a grana fine. Non è possibile ricavare dei risultati accettabili per i terreni a grana grossa poiché non è possibile eseguire campionamenti da

sottoporre a prove di laboratorio.

Si divide in strati il banco di terreno compressibile e, in corrispondenza della mezzera di ciascuno strato viene determinata la tensione efficace geostatica σ'_{v0} , la tensione di preconsolidazione σ'_p e l'incremento $\Delta\sigma'_v$ prodotto dall'applicazione del carico unitario netto Δq e si determina il cedimento di ciascuno strato tramite la relazione:

$$\Delta H = H_0 \left[RR \cdot \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}} + CR \cdot \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_p} \right]$$

nel caso $\sigma'_f > \sigma'_p$ dove:

H_0 è lo spessore dello strato compressibile

RR è il rapporto di ricompressione

CR è il rapporto di compressione

σ'_{v0} è la tensione geostatica a metà dello strato

σ'_p = OCR σ'_{v0} è la tensione di preconsolidazione

OCR rappresenta il grado di preconsolidazione

$\sigma'_f = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$ è la tensione finale dopo l'applicazione del carico.

Per $\sigma'_f = \sigma'_p$ la formula per la determinazione del cedimento di ciascuno strato risulta:

$$\Delta H = H_0 \left[RR \cdot \log \frac{\sigma'_f}{\sigma'_{v0}} \right]$$

Cedimento massimo limite:[mm]

Cedimento puntuale limite impostato

Cedimento angolare limite:

Cedimento differenziale limite impostato, tra 2 punti del sistema di fondazione per evitare elevati moti rigidi di rotazione della sovrastruttura.

Cedimento angolare calcolato:

Cedimento angolare massimo di calcolo

TIPO TERRENI

| N. | Descrizione | Grana | γ [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | Cu [kN/m ²] | ϕ [°] | ϕ' [°] | c' [kN/m ²] | E [kN/m ²] | G [kN/m ²] |
|----|-------------|-------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------|-------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | | | | | | | | | | |

N. = indice terreno inserito nella libreria terreni dello strato corrispondente

Descrizione = Descrizione terreno di calcolo dello strato corrispondente

Grana = Tipo di grana del terreno nello strato corrispondente (fine/grossa)

γ = peso nell'unità di volume del terreno nello strato corrispondente

γ_s = peso nell'unità di volume del terreno nello strato corrispondente in condizioni sature, utilizzato per le verifiche di un terreno a grana fine in presenza di falda, in condizioni non drenate

Cu = resistenza al taglio non drenata del terreno nello strato corrispondente, usata per il calcolo del carico limite in condizioni non drenate per i terreni a grana fine

ϕ = l'angolo di resistenza a taglio totale del terreno nello strato corrispondente, adottato nel calcolo della capacità portante in presenza di falda

ϕ' = l'angolo di resistenza a taglio efficace del terreno nello strato corrispondente

c' = coesione del terreno nello strato corrispondente, utilizzata nel calcolo della capacità portante per i terreni a grana grossa

E = modulo elastico del terreno nello strato corrispondente

G = modulo di resistenza al taglio del terreno nello strato corrispondente

PARAMETRI FONDAZIONE:

| D [m] | D' [m] | Falda | Prof falda [m] | Rottura locale | Incl. fond. [°] | Incl. terreno [°] |
|-------|--------|-------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| | | | | | | |

D = profondità del piano di posa della fondazione rispetto al piano campagna

D' = approfondimento del terreno di sovraccarico, diverso da D qualora il terreno posto ad un lato della fondazione sia a quota inferiore rispetto al piano campagna

Falda = Informazioni su eventuale falda (Assente/Presente)

Prof falda = profondità dell'eventuale falda dal piano campagna

Rottura locale = tipo di rottura locale (nessuna, rottura classica per punzonamento, rottura per punzonamento con i coefficienti proposti da Vesic, per tener conto della rottura per punzonamento solo se l'indice di rigidità risulta inferiore al valore critico)

Incl. Fond. = l'angolo di inclinazione della fondazione

Incl. Terreno = pendenza del terreno circostante

STRATI

| N. | Terreno | Spessore [m] | Tipo terreno | RR | CR | OCR |
|----|---------|--------------|--------------|----|----|-----|
| | | | | | | |

N. = numero strato

Terreno = indice terreno di riferimento dello strato

Spessore = spessore strato di riferimento

Tipo terreno = Cedevole/Non Cedevole

RR = Rapporto di ricompressione

CR = Rapporto di compressione

OCR = Grado di sovraconsolidazione dello strato

VERIFICA GEOTECNICHE

| Camp | Capacità portante | | | | | | | | | Cedimenti s [mm] |
|------|-------------------|----|----|--------------|---------------------|------|--------------|---------------------|------|------------------------|
| | Ng | Nq | Nc | Qbt [kPa] | Qbt limite [kPa] | FSbt | Qlt [kPa] | Qlt limite [kPa] | FSlt | |
| | | | | | | | | | | |

Camp = numero della campata di riferimento

Ng = fattore di capacità portante, moltiplicativo del peso specifico del terreno, in funzione dell'angolo di attrito

Nq = fattore di capacità portante, moltiplicativo del sovraccarico stabilizzante q', in funzione dell'angolo di attrito

Nc = fattore di capacità portante, moltiplicativo della coesione c', in funzione dell'angolo di attrito

Qbt = Carico a breve termine

Qbt limite = Carico limite a breve termine

FSbt = Fattore di sicurezza a breve termine

Qlt = Carico a lungo termine

Qlt limite = Carico limite a lungo termine

FSlt = Fattore di sicurezza a lungo termine

s = cedimento totale a lungo termine

DATI GENERALI PROGETTO

Normativa: Norme Tecniche 2008, classe duttilità: CDB

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γ c-SLV | fctd-SLV [daN/cm ²] | γ c-SLD | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| - | 300,00 | 1,50 | 6,38 | 1,00 | 9,56 |

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | fyk [daN/cm ²] | γ s-SLV | fyd-SLV [daN/cm ²] | γ s-SLE | γ s-SLD | fyd-SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| B450C | 2060000 | 4500 | 1,15 | 3913,04 | 1,00 | 1,00 | 4500,00 |

DATI GENERALI TRAVE: T101

| Calcestruzzo | Acciaio |
|--------------|---------|
| - | B450C |

SEZIONI

| Codice | Base sup. [cm] | Base inf. [cm] | Altezza [cm] | Anima [cm] | Ala sup. [cm] | Ala inf. [cm] |
|--------|----------------|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| R 6060 | 0,00 | 60,00 | 60,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

CAMPATE - ASTE AXIS

(T) trave; (N) nervatura; (R) reticolare

Campata: 1 - Aste Axis: 1(T)39(T)40(T)41(T)42(T)45(T)46(T)43(T)44(T)48(T)47(T)2(T)

GEOMETRIA

a = lato pilastro parallelo asse trave espresso in [cm]

b = lato pilastro perpendicolare asse trave espresso in [cm]

| Camp | Luce [cm] | Sezione | Nome | Pil iniziale | | | Pil finale | | |
|------|-----------|---------|------|--------------|----|----|------------|----|----|
| | | | | nome | a | b | nome | a | b |
| 1 | 600 | R 6060 | T101 | M | 30 | 30 | M | 30 | 30 |

RISULTATI

ARMATURA LONGITUDINALE

| | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Camp | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] |
| 1 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 | 7,19 | 8,04 |

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|
| Camp | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs |
| 1 | 33 | 17439 | 0,00 | -82 | -17439 | 0,00 | 212 | 17439 | 0,01 | -494 | -17439 | 0,03 | 94 | 17439 | 0,01 | -129 | -17439 | 0,01 |

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| | SX | | | | | | | | | DX | | | | | | | | |
|------|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Camp | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] |
| 1 | 33 | -82 | 8,04 | 8,04 | 17.439 | -17.439 | -173 | -492 | -6.305 | 94 | -129 | 8,04 | 8,04 | 17.439 | -17.439 | 490 | 173 | 6.303 |

VERIFICHE TAGLIO - SLU

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 89.856 | 0 | 0 | 56.758 | 0 | 0 | 6.701 | 0 | 0 |

STAFFE

| | Campo centrale | | | Campo estremità | | | Campo appoggio | | |
|------|----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| Camp | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] |
| 1 | 20 | 12 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VERIFICHE SLE

| | Fessurazione comb.QP (max amm. 0.3 [mm]) | | | | | | Fessurazione comb.Freq (max amm. 0.4 [mm]) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|--|---------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|--|---------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|------------------------------|-------------------|
| Camp | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | (Lung / h utile lim. | Lung / h utile |
| 1 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 35,20 | 9,50 |



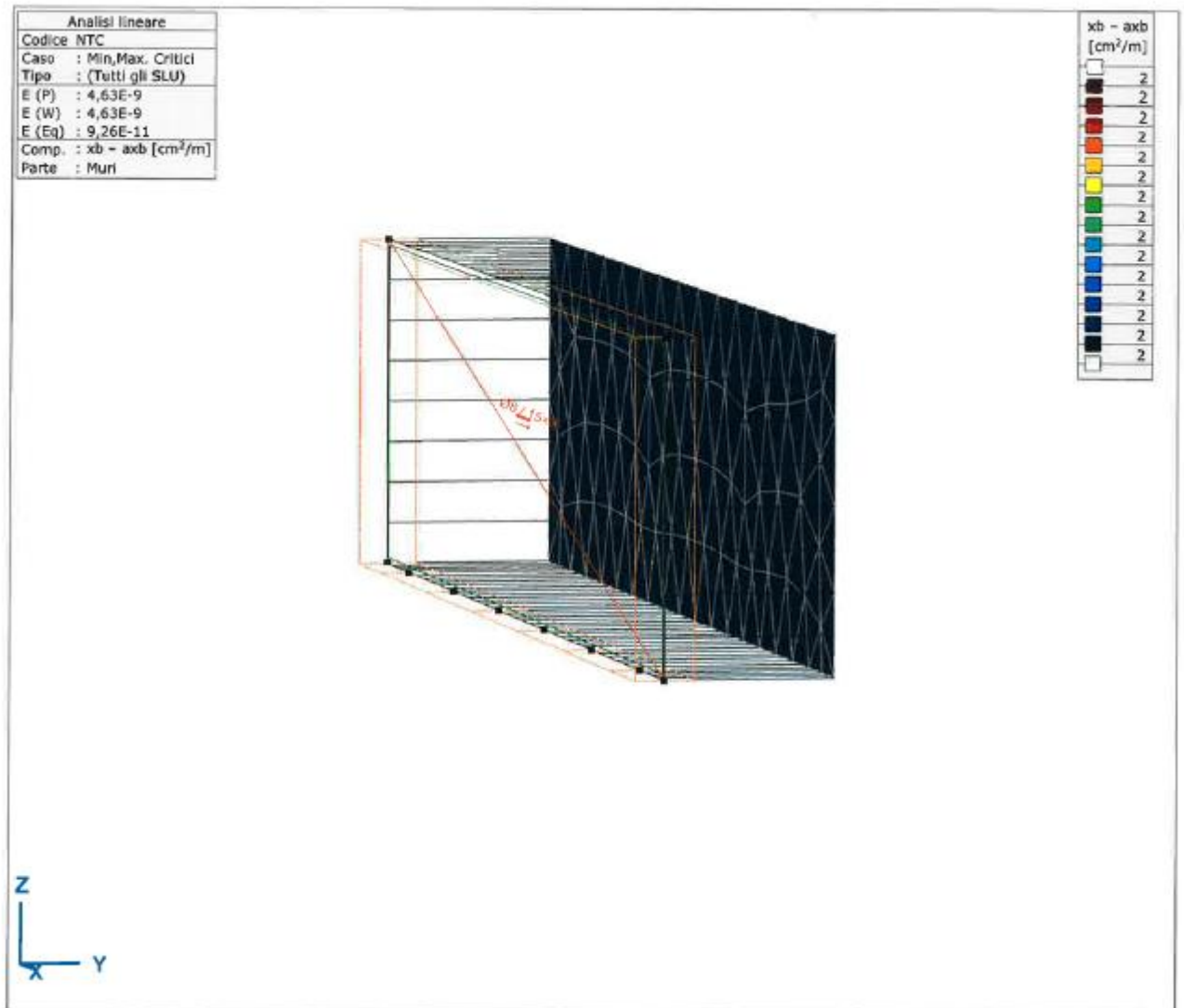
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

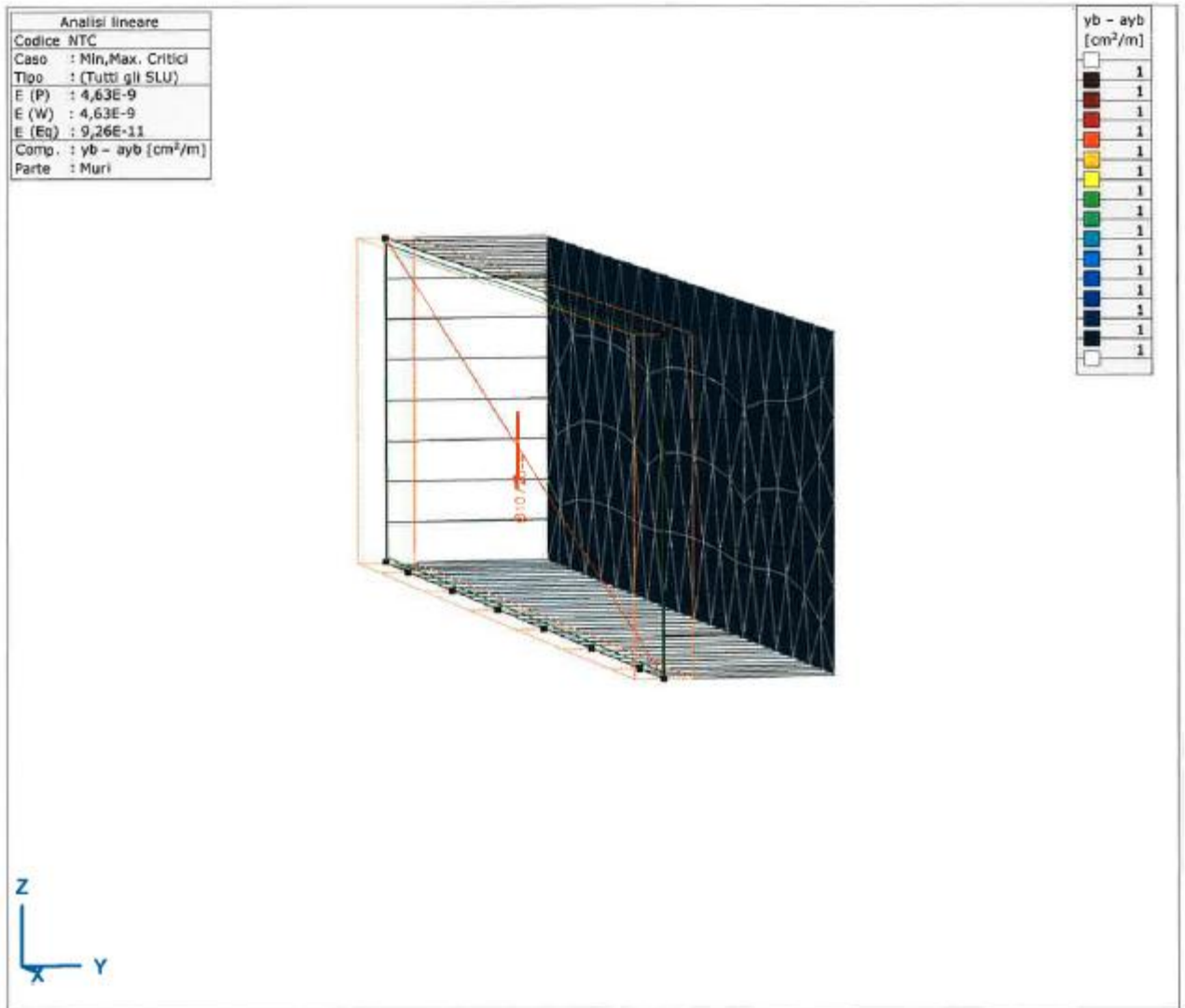
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

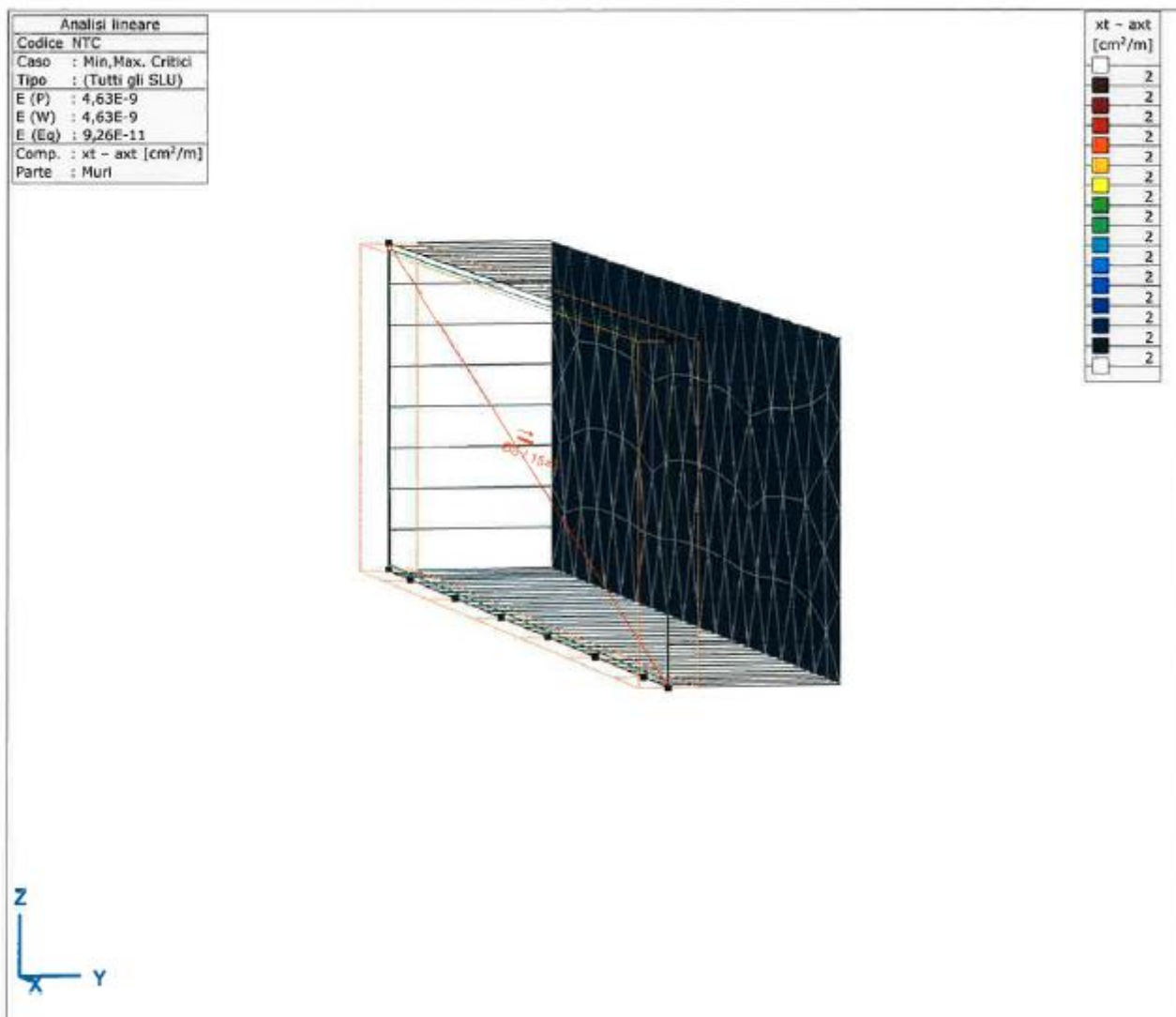
VERIFICA ARMATURE

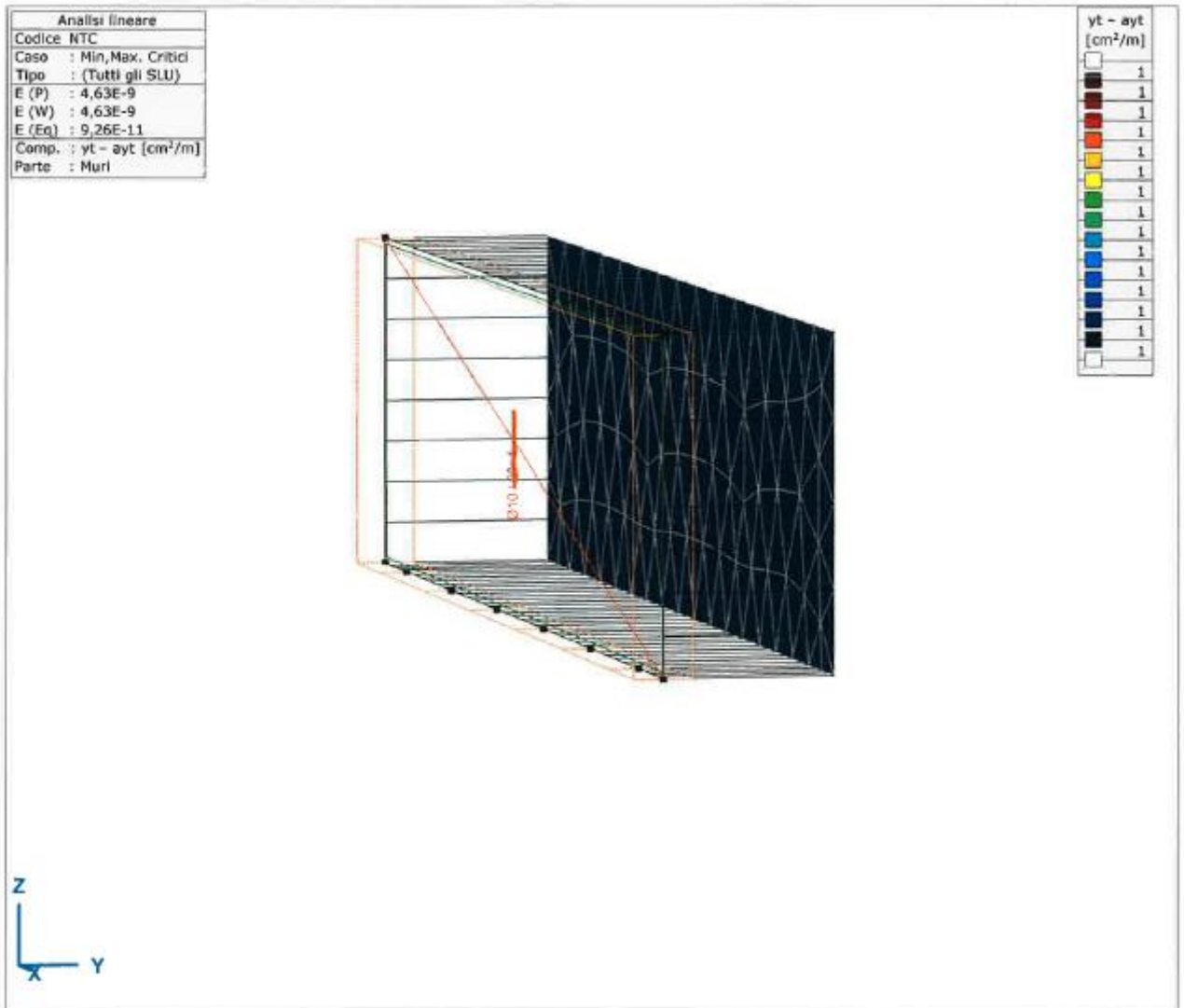
MURO D'ARGINE

| | |
|----------------|--|
| $X_b - aX_b$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione x |
| $y_b - ay_b$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione y |
| $x_t - ax_t$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione x |
| $y_t - ay_t$: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione y |
| $w_k(b)$: | apertura delle fessure secondo l'asse inferiore delle armature |
| $w_k(t)$: | apertura delle fessure secondo l'asse superiore delle armature |

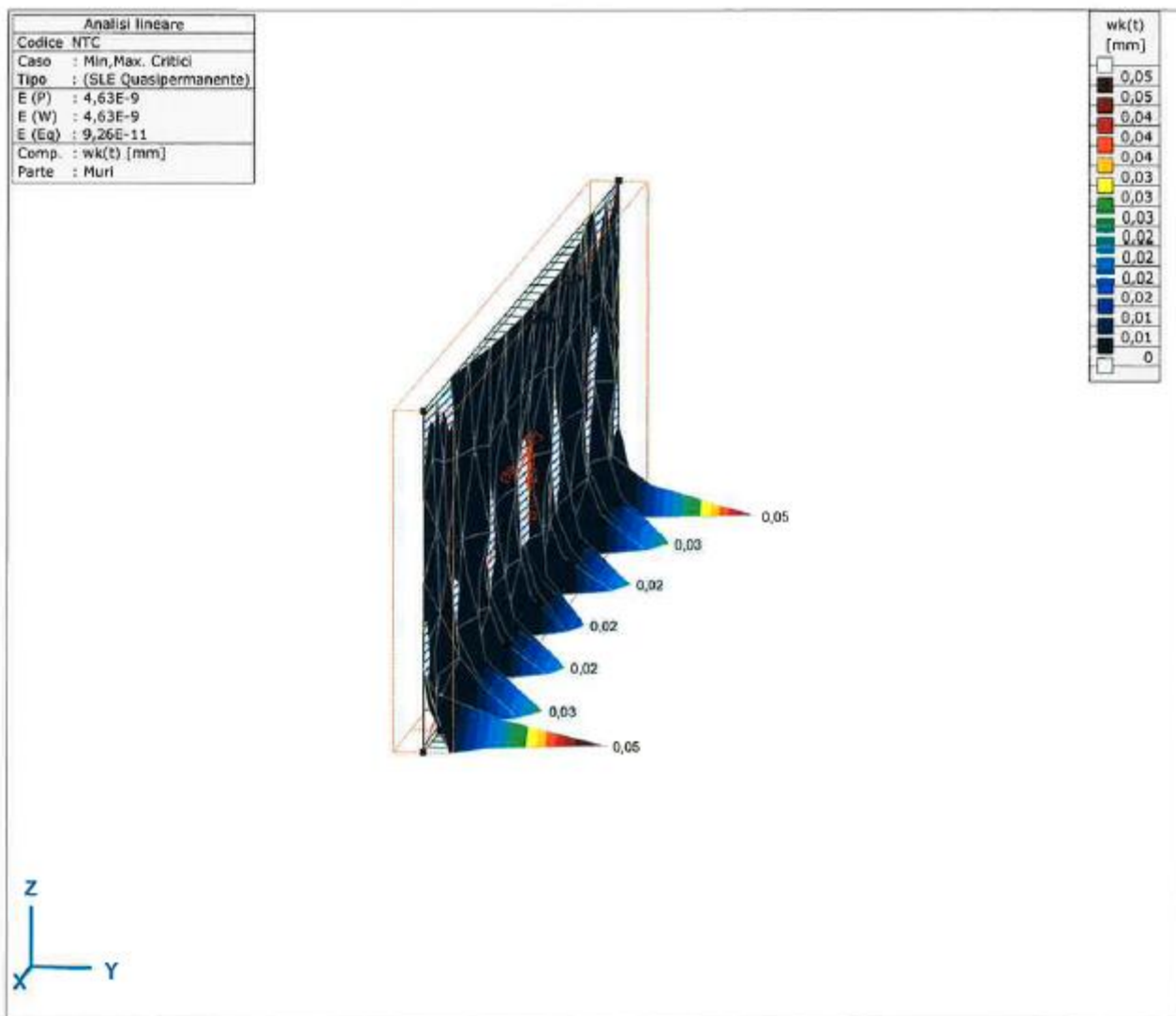














LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

EVENTI ECCEZIONALI

VERIFICA ARMATURA MICROPALI

- ROTTURA D'ARGINE
- ACQUA a + 1m SUL LIVELLO MASSIMO DI PIENA

Combinazioni critiche calcolate per gruppi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|------------------------------------|---------------------|
| 1 | [PERM1] | SLU |
| 2 | [PERM1] {VAR1} | SLU |
| 3 | [PERM1] {VAR1} (0,9*VAR2) | SLU |
| 4 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | SLU |
| 5 | [PERM1] {VAR1} (0,9*VAR2+VAR3) | SLU |
| 6 | [PERM1] {1,5*VAR2} | SLU |
| 7 | [PERM1] {1,5*VAR2} (VAR1) | SLU |
| 8 | [PERM1] {1,5*VAR2} (VAR3) | SLU |
| 9 | [PERM1] {1,5*VAR2} (VAR1+VAR3) | SLU |
| 10 | [PERM1] {VAR3} | SLU |
| 11 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | SLU |
| 12 | [PERM1] {VAR3} (0,9*VAR2) | SLU |
| 13 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+0,9*VAR2) | SLU |
| 14 | [1,3*PERM1] | SLU |
| 15 | [1,3*PERM1] {VAR1} | SLU |
| 16 | [1,3*PERM1] {VAR1} (0,9*VAR2) | SLU |
| 17 | [1,3*PERM1] {VAR1} (VAR3) | SLU |
| 18 | [1,3*PERM1] {VAR1} (0,9*VAR2+VAR3) | SLU |
| 19 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} | SLU |
| 20 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} (VAR1) | SLU |
| 21 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} (VAR3) | SLU |
| 22 | [1,3*PERM1] {1,5*VAR2} (VAR1+VAR3) | SLU |
| 23 | [1,3*PERM1] {VAR3} | SLU |
| 24 | [1,3*PERM1] {VAR3} (VAR1) | SLU |
| 25 | [1,3*PERM1] {VAR3} (0,9*VAR2) | SLU |
| 26 | [1,3*PERM1] {VAR3} (VAR1+0,9*VAR2) | SLU |
| 27 | [PERM1] (SISM) | SLU (sismico) |
| 28 | [PERM1] | SLE Caratteristica |
| 29 | [PERM1] {VAR1} | SLE Caratteristica |
| 30 | [PERM1] {VAR1} (0,6*VAR2) | SLE Caratteristica |
| 31 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | SLE Caratteristica |
| 32 | [PERM1] {VAR1} (0,6*VAR2+VAR3) | SLE Caratteristica |
| 33 | [PERM1] {VAR2} | SLE Caratteristica |
| 34 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | SLE Caratteristica |
| 35 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | SLE Caratteristica |
| 36 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | SLE Caratteristica |
| 37 | [PERM1] {VAR3} | SLE Caratteristica |
| 38 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | SLE Caratteristica |
| 39 | [PERM1] {VAR3} (0,6*VAR2) | SLE Caratteristica |
| 40 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+0,6*VAR2) | SLE Caratteristica |
| 41 | [PERM1] | SLE Frequente |
| 42 | [PERM1] | SLE Frequente |
| 43 | [PERM1] {0,2*VAR2} | SLE Frequente |
| 44 | [PERM1] | SLE Frequente |
| 45 | [PERM1] | SLE Quasipermanente |
| 46 | [PERM1] | A1 |
| 47 | [PERM1] {VAR1} | A1 |
| 48 | [PERM1] {VAR1} (VAR2) | A1 |
| 49 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | A1 |
| 50 | [PERM1] {VAR1} (VAR2+VAR3) | A1 |
| 51 | [PERM1] {VAR2} | A1 |
| 52 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | A1 |
| 53 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | A1 |
| 54 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | A1 |
| 55 | [PERM1] {VAR3} | A1 |

Combinazioni critiche calcolate per gruppi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|----------------------------|------|
| 56 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | A1 |
| 57 | [PERM1] {VAR3} (VAR2) | A1 |
| 58 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+VAR2) | A1 |
| 59 | [PERM1] | A1 |
| 60 | [PERM1] {VAR1} | A1 |
| 61 | [PERM1] {VAR1} (VAR2) | A1 |
| 62 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | A1 |
| 63 | [PERM1] {VAR1} (VAR2+VAR3) | A1 |
| 64 | [PERM1] {VAR2} | A1 |
| 65 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | A1 |
| 66 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | A1 |
| 67 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | A1 |
| 68 | [PERM1] {VAR3} | A1 |
| 69 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | A1 |
| 70 | [PERM1] {VAR3} (VAR2) | A1 |
| 71 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+VAR2) | A1 |
| 72 | [PERM1] | A2 |
| 73 | [PERM1] {VAR1} | A2 |
| 74 | [PERM1] {VAR1} (VAR2) | A2 |
| 75 | [PERM1] {VAR1} (VAR3) | A2 |
| 76 | [PERM1] {VAR1} (VAR2+VAR3) | A2 |
| 77 | [PERM1] {VAR2} | A2 |
| 78 | [PERM1] {VAR2} (VAR1) | A2 |
| 79 | [PERM1] {VAR2} (VAR3) | A2 |
| 80 | [PERM1] {VAR2} (VAR1+VAR3) | A2 |
| 81 | [PERM1] {VAR3} | A2 |
| 82 | [PERM1] {VAR3} (VAR1) | A2 |
| 83 | [PERM1] {VAR3} (VAR2) | A2 |
| 84 | [PERM1] {VAR3} (VAR1+VAR2) | A2 |

Tipo: Tipo di combinazione;



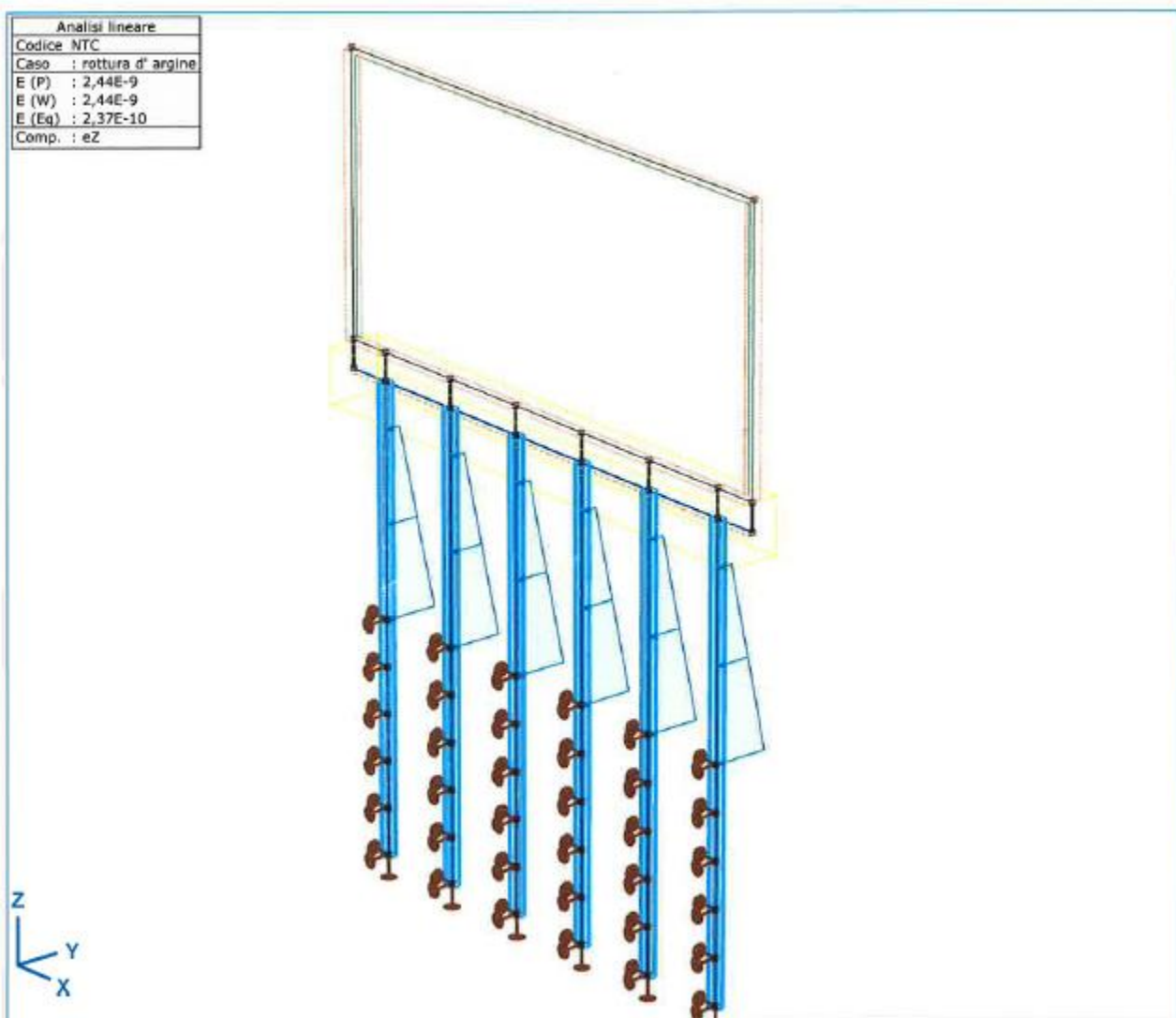
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

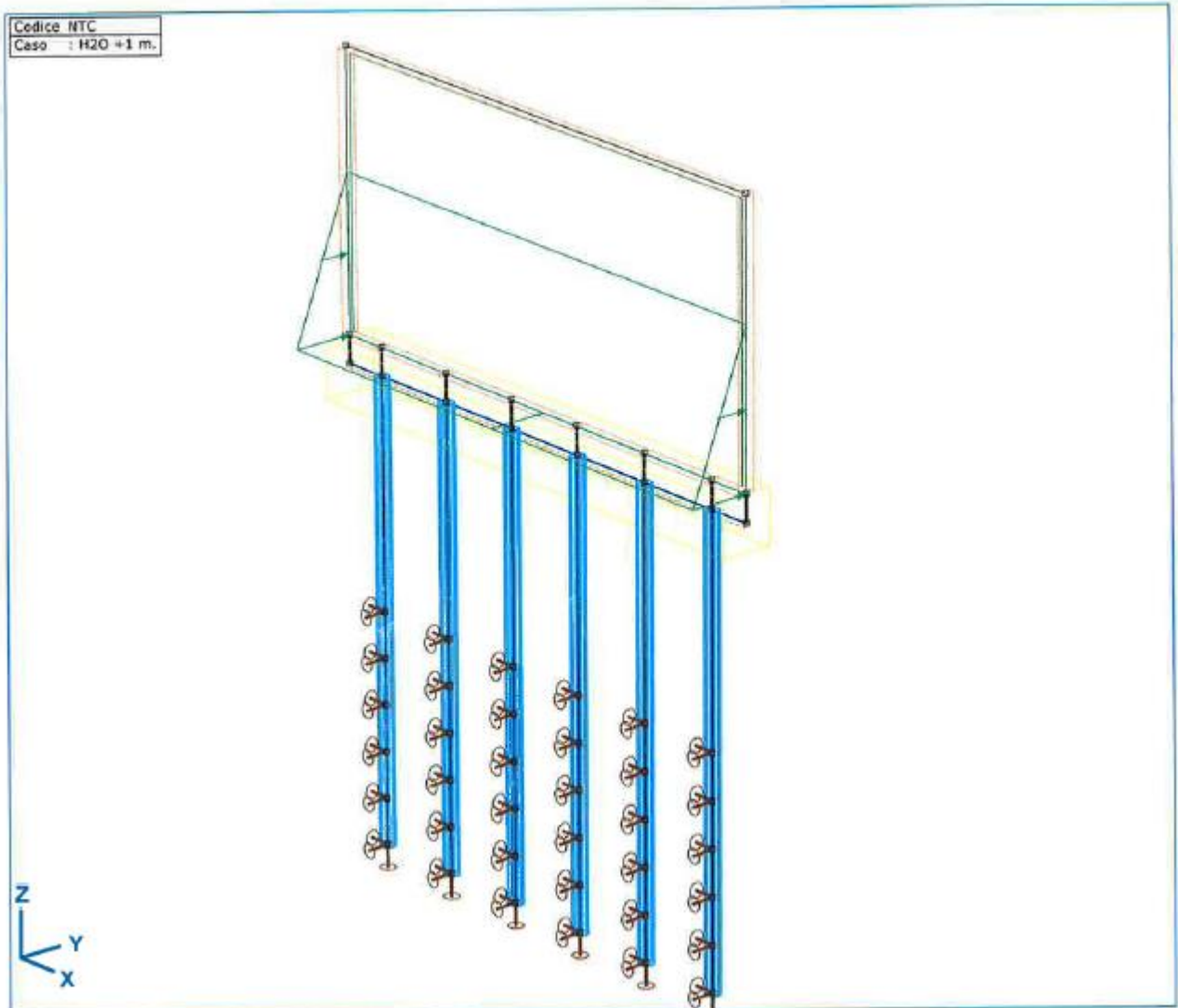
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

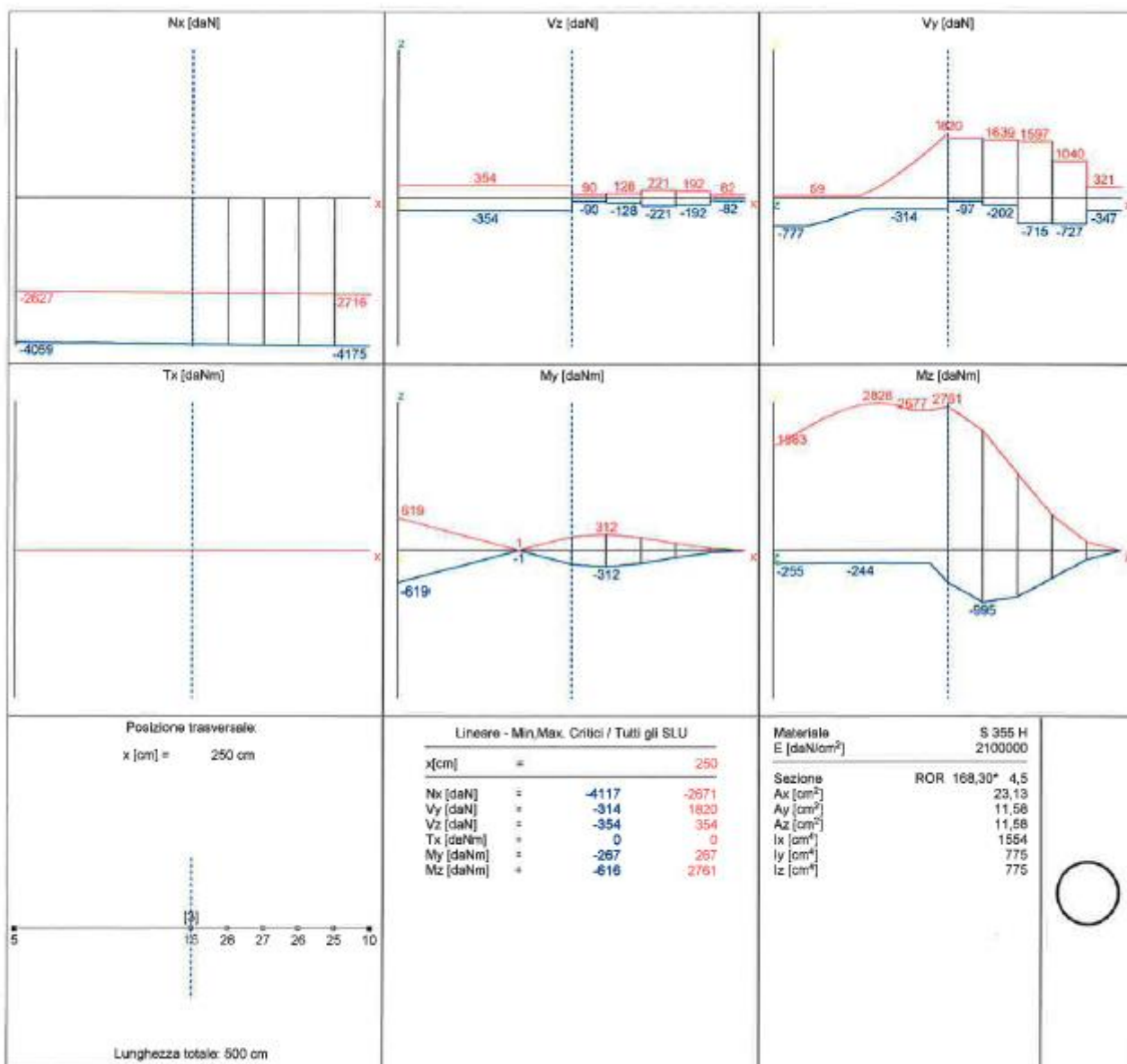


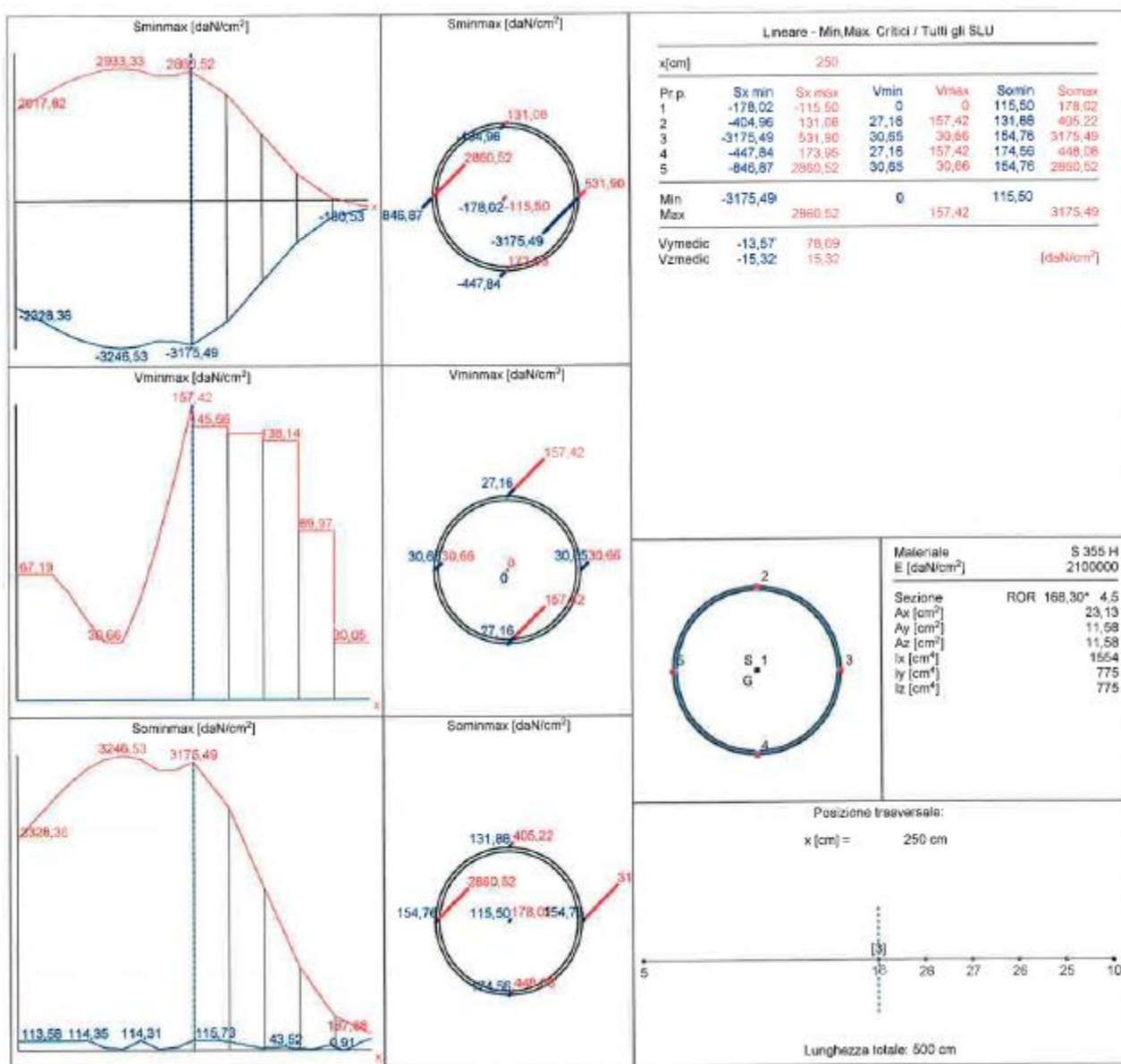
SEZIONE A-B

SEZIONE C-D









ERIFICA MAUALE ARMATURA MICROPALI

SEZIONI A-B e C-D

$$\Phi = 168.3 \text{ mm}$$

$$S_p = 4.5 \text{ mm}$$

$$A_x = 23.13 \text{ cm}^2$$

$$W_{x/y} = 92.4 \text{ cm}^3$$

$$N_x = -4175 \text{ daN}$$

$$M_z = 2828 \text{ daNm}$$

$$V_y = 314 \text{ daN}$$

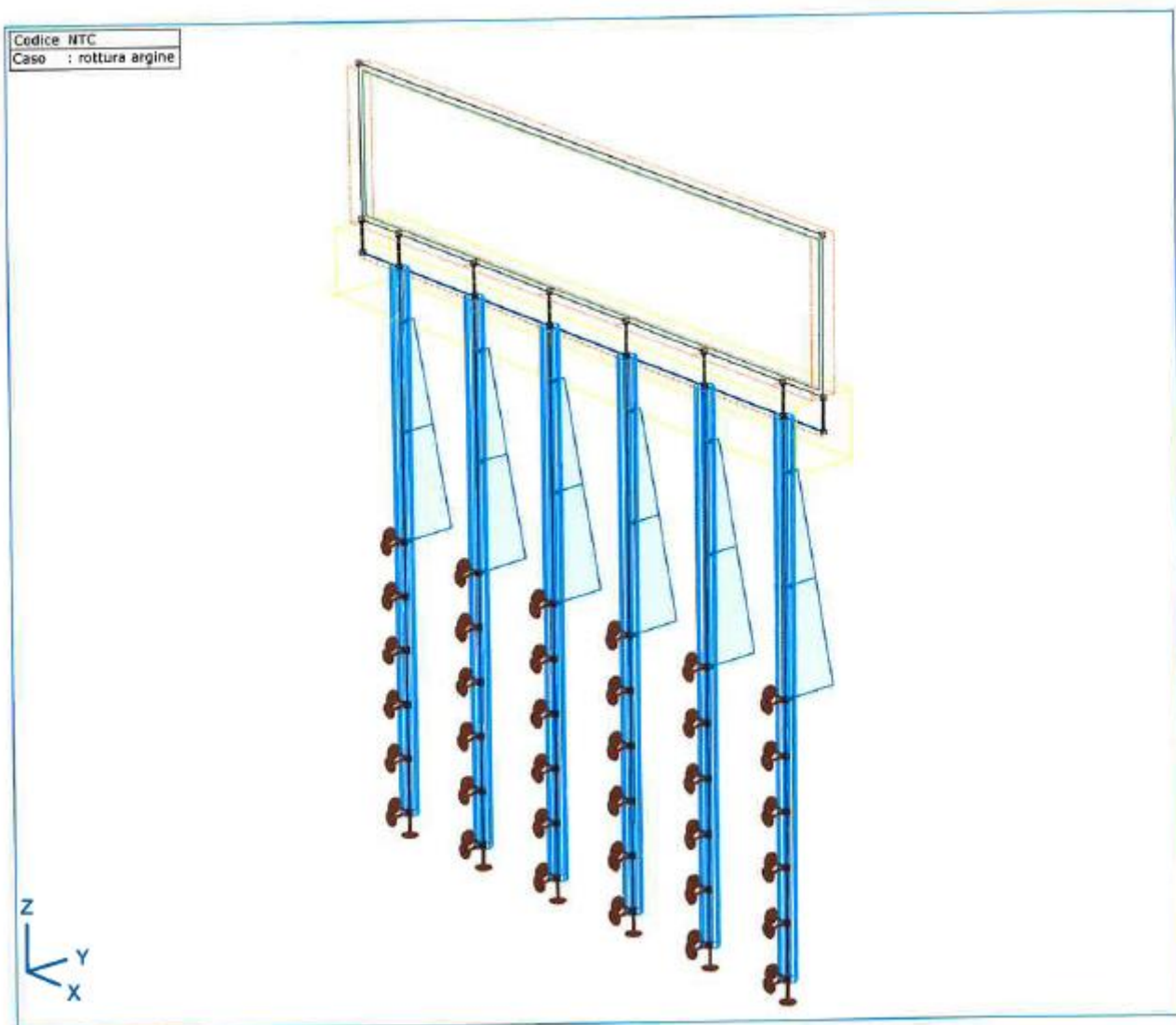
$$\gamma = 1.05$$

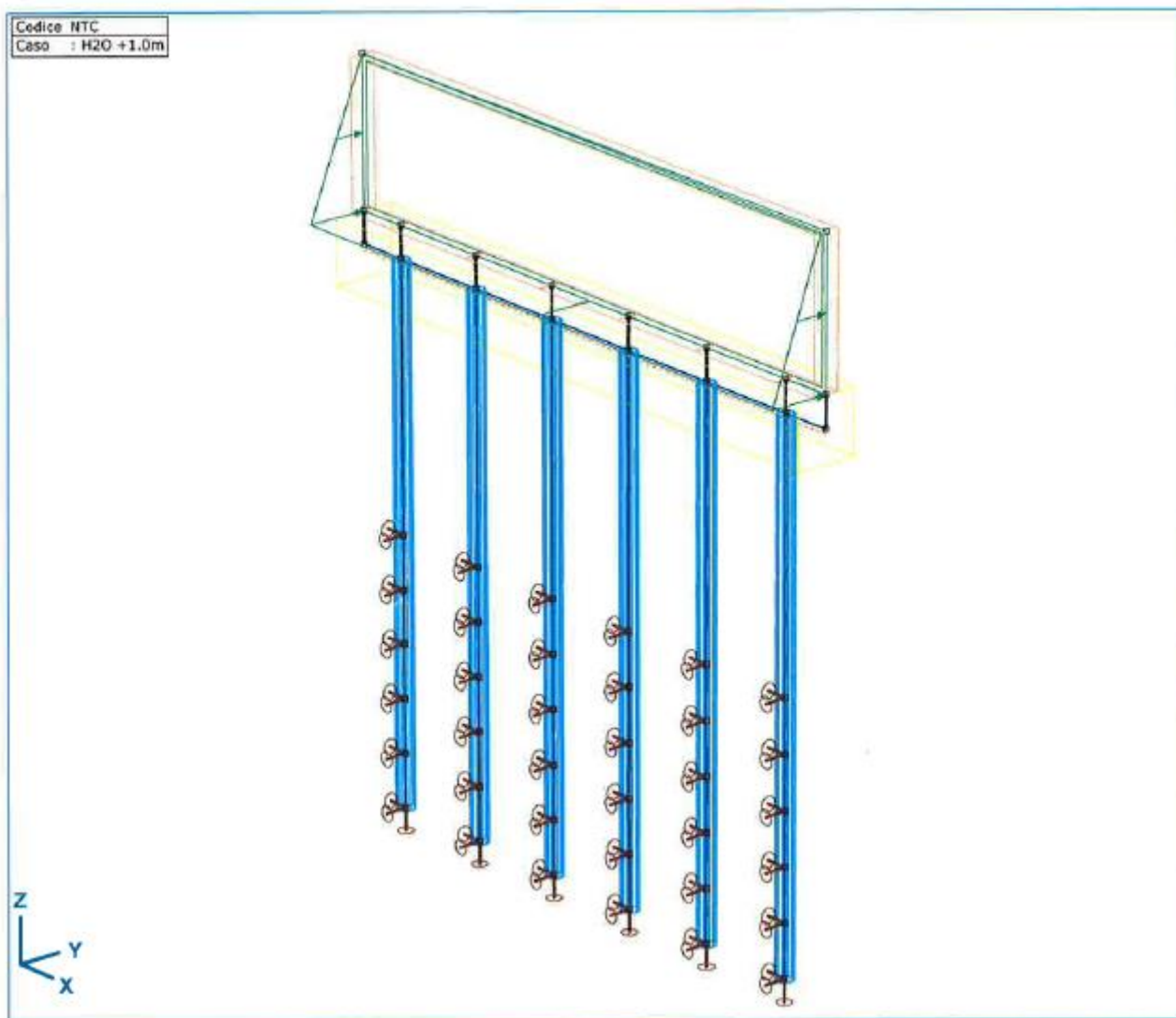
$$\frac{M_{ed} \times \gamma_{m1}}{f_{yk} \times A} + \frac{M_{zed} \times \gamma_{m1}}{f_{yk} \times W_z} \leq 1$$

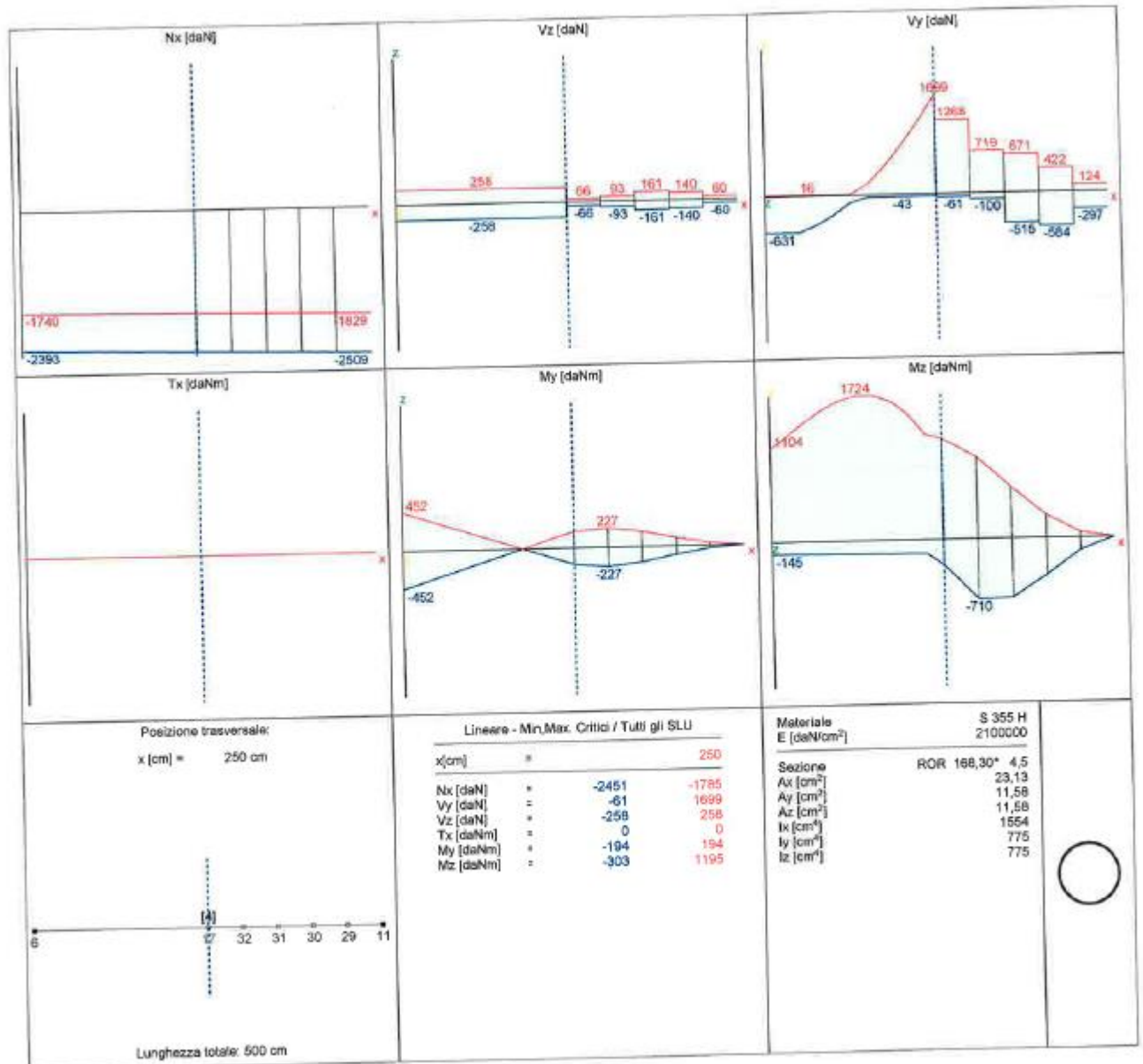
$$\frac{4175 \times 1.05}{3350 \times 23.13} + \frac{282800 \times 1.05}{3350 \times 92.4} = 1.0 \leq 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

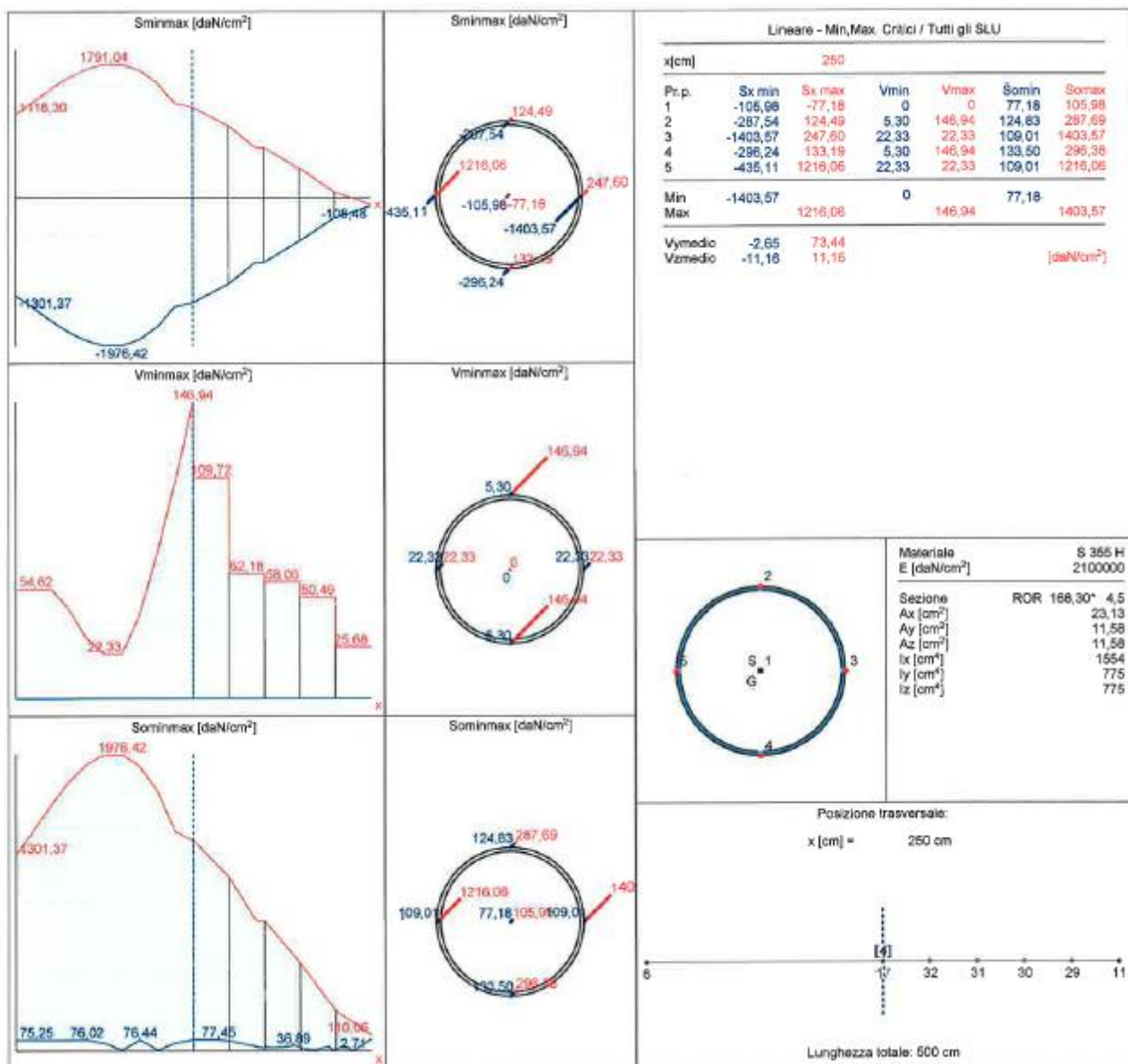


SEZIONE D-E









VERIFICA MAUALE ARMATURA MICROPALI

SEZIONE D-E

$$\Phi = 168.3 \text{ mm}$$

$$S_p = 4.5 \text{ mm}$$

$$A_x = 23.13 \text{ cm}^2$$

$$W_{x/y} = 92.4 \text{ cm}^3$$

$$N_x = 2509 \text{ daN}$$

$$M_z = 1724 \text{ daNm}$$

$$V_y = 631 \text{ daN}$$

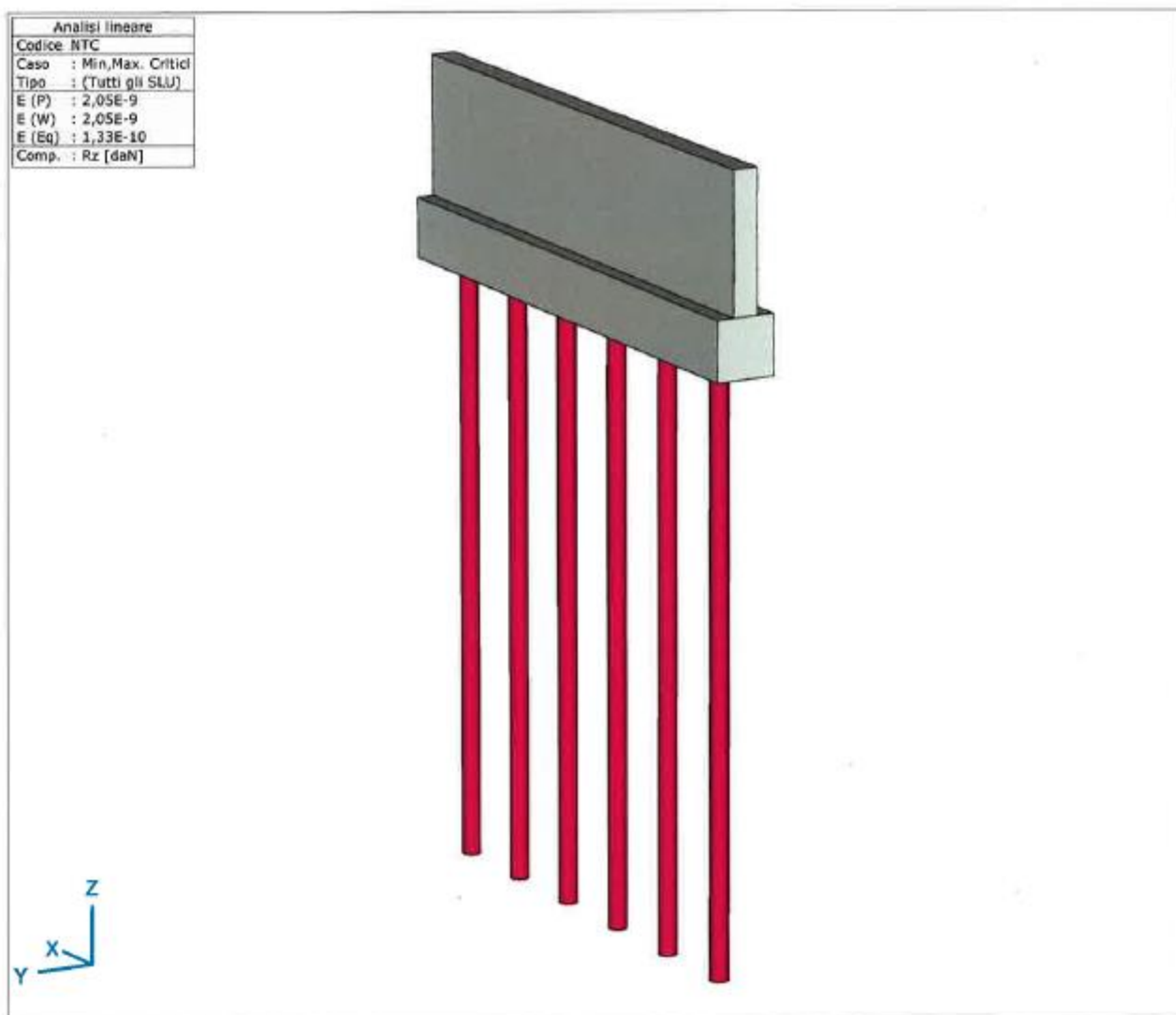
$$\gamma = 1.05$$

$$\frac{M_{ed} \times \gamma_{m1}}{f_{yk} \times A} + \frac{M_{2ed} \times \gamma_{m1}}{f_{yk} \times W_z} \leq 1$$

$$\frac{2509 \times 1.05}{3350 \times 23.13} + \frac{172400 \times 1.05}{3350 \times 92.4} = 0.62 \leq 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

MURO A VALLE PONTE DI VIA CANTORE IN SINISTRA 6.2 TRATTI A-B e D-E

MODELLO



vento y+: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|-------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | pX = | 0 |
| | | | | | pY = | 90 |
| | | | | | pZ = | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

vento y-: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|-------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | pX = | 0 |
| | | | | | pY = | -90 |
| | | | | | pZ = | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

copertina: Carico lineare su superficie

| | Direzione | px [daN/m] | py [daN/m] | pz [daN/m] | pm [daNm/m] | X [cm] | Y [cm] | Z [cm] | Direzione | dL [cm] |
|----|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 14 | Globale | 0 | 0 | -80 | 0 | 0 | 0 | 170 | - | 0 |
| | | 0 | 0 | -80 | 0 | 600 | 0 | 170 | - | 600 |

px, py, pz: Componente forza di carico; pm: Componente momento di carico; X: Carico in direzione X; Y: Carico in direzione Y; Z: Carico in direzione Z.

H2O +1.0m: Carico idraulico sul dominio

| | Direzione | X [cm] | Y [cm] | Fx [daN/m ²] | Fy [daN/m ²] |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | Z | 170 | 30 | 0 | 1700 |

X: Carico in direzione X; Y: Carico in direzione Y; Fx, Fy: Componente forza di carico;

rottura argine: Carichi distribuiti su travi e nervature

| | Tipo | Lunghezza [cm] | a/d | Pos. | px [daN/m] | py [daN/m] | pz [daN/m] | m _{tor} [daNm/m] |
|---|------------|-------------------|-----|------|---------------|---------------|---------------|------------------------------|
| 2 | Asta G In. | 624 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 3 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 4 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 5 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 6 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 7 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |

Tipo: Tipo carico; Lunghezza: Lunghezza trave; a/d: Posizione per coefficiente(a) o per lunghezza(d); * = Attraverso; Pos.: Posizione; px, py, pz: Componente forza di carico; m_{tor}: Componente momento di carico;

Casi di carico

| | Nome | Gruppo | Tipo gruppo | | Nome | Gruppo | Tipo gruppo |
|----|----------------|--------|-------------|----|------------|--------|-------------|
| 1 | peso proprio | PERM1 | Permanente | 11 | SEISMIC01X | --- | --- |
| 2 | copertina | PERM1 | Permanente | 12 | SEISMIC01Y | --- | --- |
| 3 | H2O +1.0m | VAR1 | accidentale | 13 | SEISMIC02X | --- | --- |
| 4 | vento y+ | VAR2 | accidentale | 14 | SEISMIC02Y | --- | --- |
| 5 | vento y- | VAR2 | accidentale | 15 | SEISMIC03X | --- | --- |
| 6 | rottura argine | VAR3 | accidentale | 16 | SEISMIC03Y | --- | --- |
| 7 | SEISMIC X | --- | --- | 17 | SEISMIC04X | --- | --- |
| 8 | SEISMIC Y | --- | --- | 18 | SEISMIC04Y | --- | --- |
| 9 | SEISMIC + | SISM | sismico | 19 | SEISMIC05X | --- | --- |
| 10 | SEISMIC - | SISM | sismico | 20 | SEISMIC05Y | --- | --- |

Nome: Nome caso di carico; Gruppo: Gruppo di carico; Tipo gruppo: Tipo gruppo di carico;

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|--|--------------------|
| 1 | [peso proprio+copertina] | SLU |
| 2 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} | SLU |
| 3 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (0,9*vento y+) | SLU |
| 4 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (0,9*vento y-) | SLU |
| 5 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine) | SLU |
| 6 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (0,9*vento y++rottura argine) | SLU |
| 7 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine+0,9*vento y-) | SLU |
| 8 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y+} | SLU |
| 9 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m) | SLU |
| 10 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y+} (rottura argine) | SLU |
| 11 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 12 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y-} | SLU |
| 13 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m) | SLU |
| 14 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y-} (rottura argine) | SLU |
| 15 | [peso proprio+copertina] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 16 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} | SLU |
| 17 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m) | SLU |
| 18 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (0,9*vento y+) | SLU |
| 19 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y+) | SLU |
| 20 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (0,9*vento y-) | SLU |
| 21 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y-) | SLU |
| 22 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] | SLU |
| 23 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {H2O +1.0m} | SLU |
| 24 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {H2O +1.0m} (0,9*vento y+) | SLU |
| 25 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {H2O +1.0m} (0,9*vento y-) | SLU |
| 26 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine) | SLU |
| 27 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {H2O +1.0m} (0,9*vento y++rottura argine) | SLU |
| 28 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine+0,9*vento y-) | SLU |
| 29 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y+} | SLU |
| 30 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m) | SLU |
| 31 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y+} (rottura argine) | SLU |
| 32 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 33 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y-} | SLU |
| 34 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m) | SLU |
| 35 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y-} (rottura argine) | SLU |
| 36 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 37 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {rottura argine} | SLU |
| 38 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m) | SLU |
| 39 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {rottura argine} (0,9*vento y+) | SLU |
| 40 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y+) | SLU |
| 41 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {rottura argine} (0,9*vento y-) | SLU |
| 42 | [1,3*peso proprio+1,3*copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y-) | SLU |
| 43 | [peso proprio+copertina] {SEISMIC +} | SLU (sismico) |
| 44 | [peso proprio+copertina] {SEISMIC -} | SLU (sismico) |
| 45 | [peso proprio+copertina] | SLE Caratteristica |
| 46 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} | SLE Caratteristica |
| 47 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (0,6*vento y+) | SLE Caratteristica |
| 48 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 49 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 50 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (0,6*vento y++rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 51 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine+0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 52 | [peso proprio+copertina] {vento y+} | SLE Caratteristica |
| 53 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 54 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 55 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLE Caratteristica |

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|-----|--|---------------------|
| 56 | [peso proprio+copertina] {vento y-} | SLE Caratteristica |
| 57 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 58 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 59 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 60 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} | SLE Caratteristica |
| 61 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 62 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (0,6*vento y+) | SLE Caratteristica |
| 63 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,6*vento y+) | SLE Caratteristica |
| 64 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 65 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 66 | [peso proprio+copertina] | SLE Frequente |
| 67 | [peso proprio+copertina] | SLE Frequente |
| 68 | [peso proprio+copertina] {0,2*vento y+} | SLE Frequente |
| 69 | [peso proprio+copertina] {0,2*vento y-} | SLE Frequente |
| 70 | [peso proprio+copertina] | SLE Frequente |
| 71 | [peso proprio+copertina] | SLE Quasipermanente |
| 72 | [peso proprio+copertina] | A1 |
| 73 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} | A1 |
| 74 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (vento y+) | A1 |
| 75 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (vento y-) | A1 |
| 76 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine) | A1 |
| 77 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (vento y++rottura argine) | A1 |
| 78 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine+vento y-) | A1 |
| 79 | [peso proprio+copertina] {vento y+} | A1 |
| 80 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (H2O +1.0m) | A1 |
| 81 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (rottura argine) | A1 |
| 82 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 83 | [peso proprio+copertina] {vento y-} | A1 |
| 84 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m) | A1 |
| 85 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (rottura argine) | A1 |
| 86 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 87 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} | A1 |
| 88 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m) | A1 |
| 89 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (vento y+) | A1 |
| 90 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y+) | A1 |
| 91 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (vento y-) | A1 |
| 92 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y-) | A1 |
| 93 | [peso proprio+copertina] | A1 |
| 94 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} | A1 |
| 95 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (vento y+) | A1 |
| 96 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (vento y-) | A1 |
| 97 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine) | A1 |
| 98 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (vento y++rottura argine) | A1 |
| 99 | [peso proprio+copertina] {H2O +1.0m} (rottura argine+vento y-) | A1 |
| 100 | [peso proprio+copertina] {vento y+} | A1 |
| 101 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (H2O +1.0m) | A1 |
| 102 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (rottura argine) | A1 |
| 103 | [peso proprio+copertina] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 104 | [peso proprio+copertina] {vento y-} | A1 |
| 105 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m) | A1 |
| 106 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (rottura argine) | A1 |
| 107 | [peso proprio+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 108 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} | A1 |
| 109 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m) | A1 |
| 110 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (vento y+) | A1 |

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|-----|---|------|
| 111 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y+) | A1 |
| 112 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (vento y-) | A1 |
| 113 | [peso proprio+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y-) | A1 |
| 114 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] | A2 |
| 115 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (H2O +1.0m) | A2 |
| 116 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (H2O +1.0m) (vento y+) | A2 |
| 117 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (H2O +1.0m) (vento y-) | A2 |
| 118 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (H2O +1.0m) (rottura argine) | A2 |
| 119 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (H2O +1.0m) (vento y++rottura argine) | A2 |
| 120 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (H2O +1.0m) (rottura argine+vento y-) | A2 |
| 121 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (vento y+) | A2 |
| 122 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (vento y+) (H2O +1.0m) | A2 |
| 123 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (vento y+) (rottura argine) | A2 |
| 124 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] (vento y+) (H2O +1.0m+rottura argine) | A2 |
| 125 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {vento y-} | A2 |
| 126 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m) | A2 |
| 127 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {vento y-} (rottura argine) | A2 |
| 128 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | A2 |
| 129 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {rottura argine} | A2 |
| 130 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m) | A2 |
| 131 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {rottura argine} (vento y+) | A2 |
| 132 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y+) | A2 |
| 133 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {rottura argine} (vento y-) | A2 |
| 134 | [peso proprio+peso proprio+copertina+copertina] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y-) | A2 |

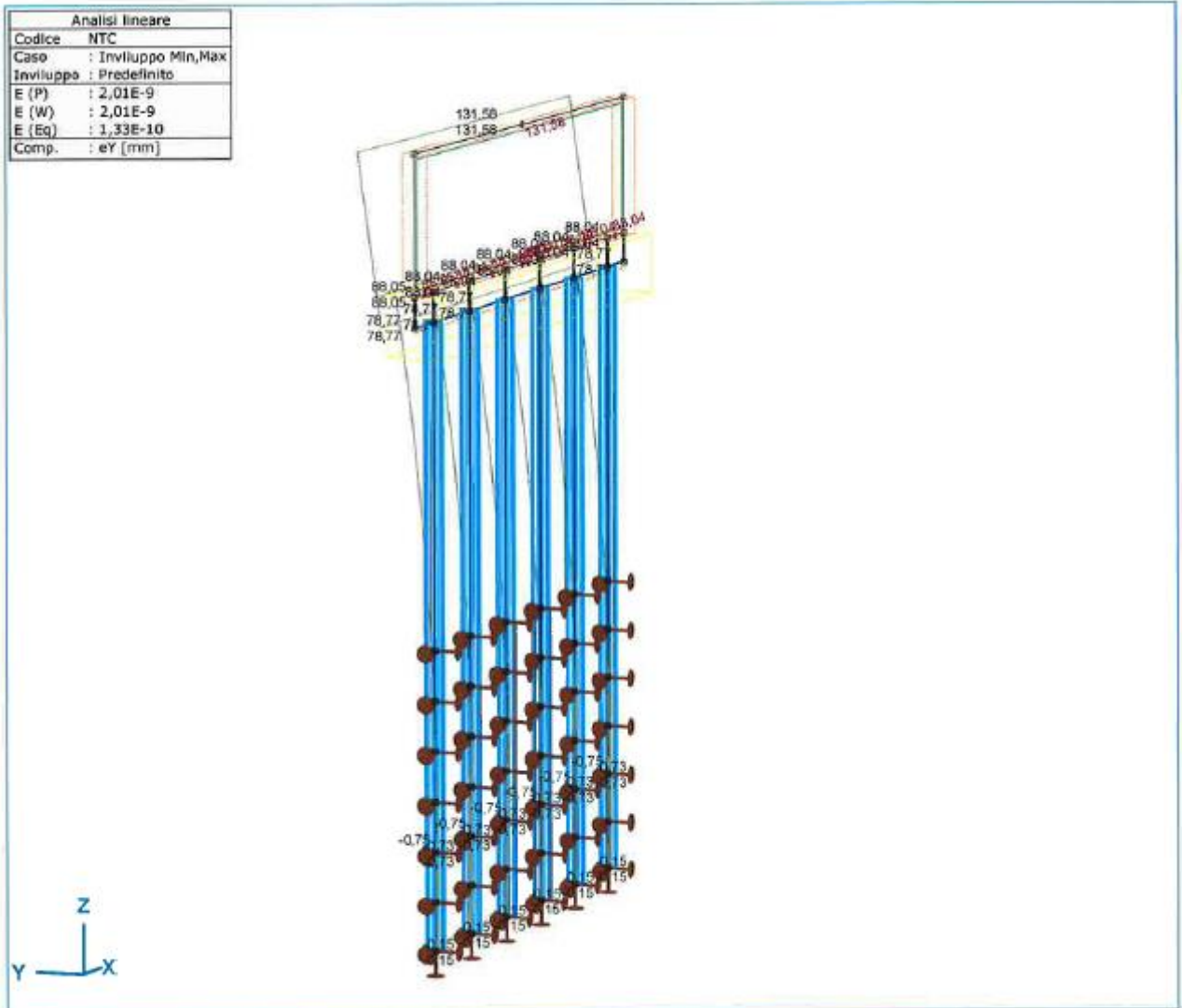
Tipo: Tipo di combinazione;

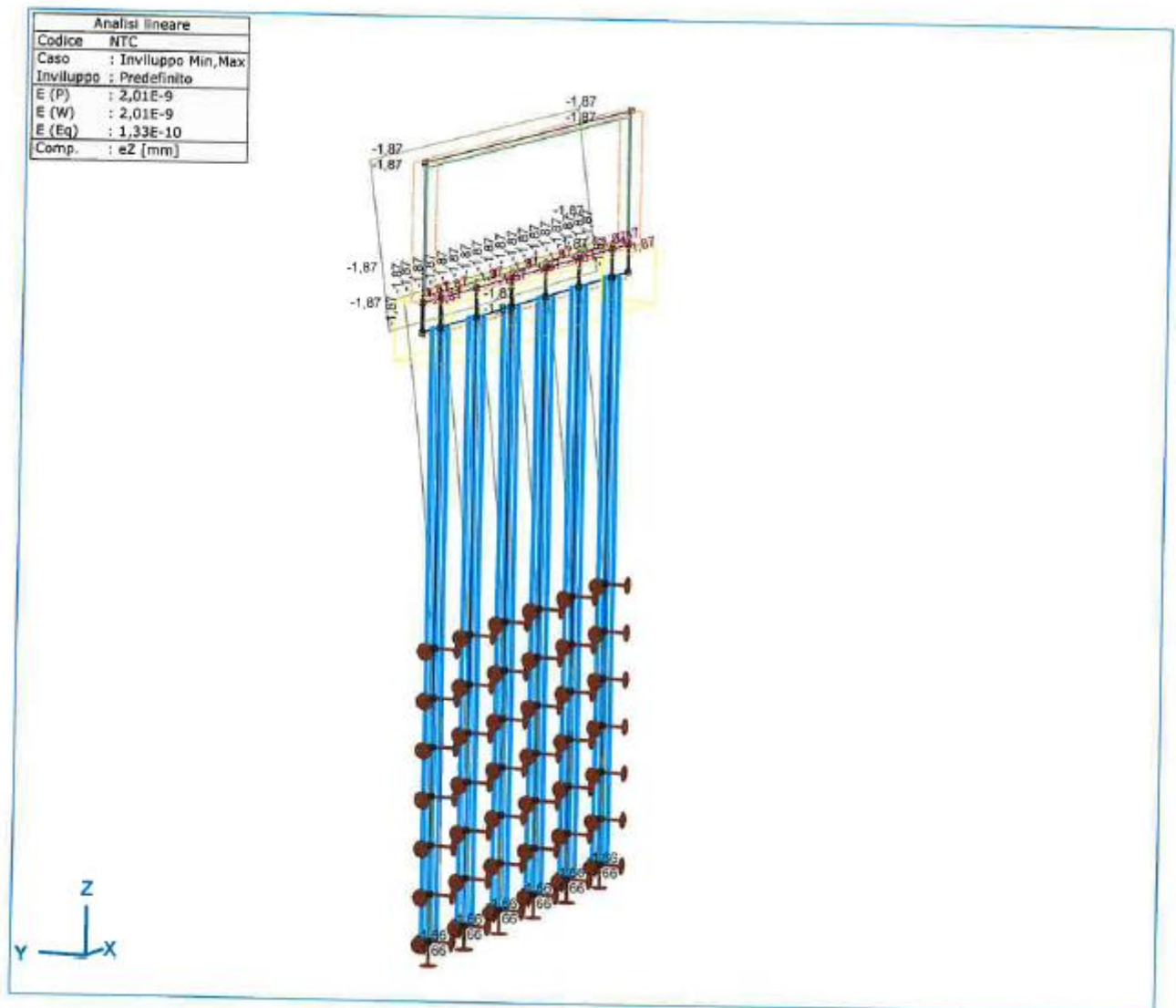
Caso Carico: sismica

| F [Hz] | Massa Partecipante X | Massa Partecipante Y | Massa Partecipante Z | Attivo |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|
| 1,3142 | 0,0000 | 0,9184 | 0,0000 | Si |
| 2,0756 | 0,9585 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| 2,3879 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| 10,5495 | 0,0000 | 0,0410 | 0,0000 | Si |
| 34,0531 | 0,0013 | 0,0000 | 0,0000 | Si |
| Totali | 0,9598 | 0,9594 | 0,0000 | |

CEDIMENTI

E_y , E_z





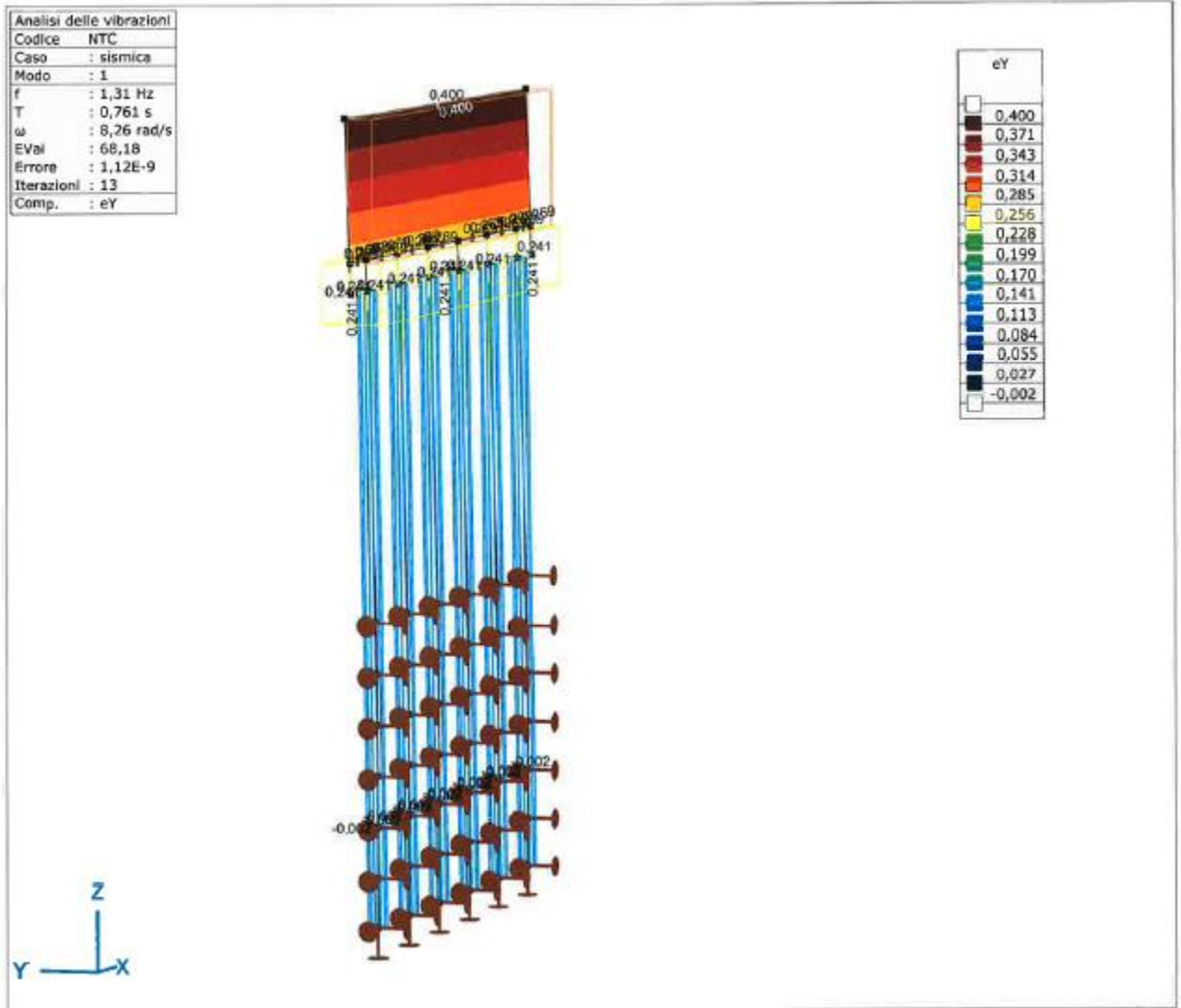


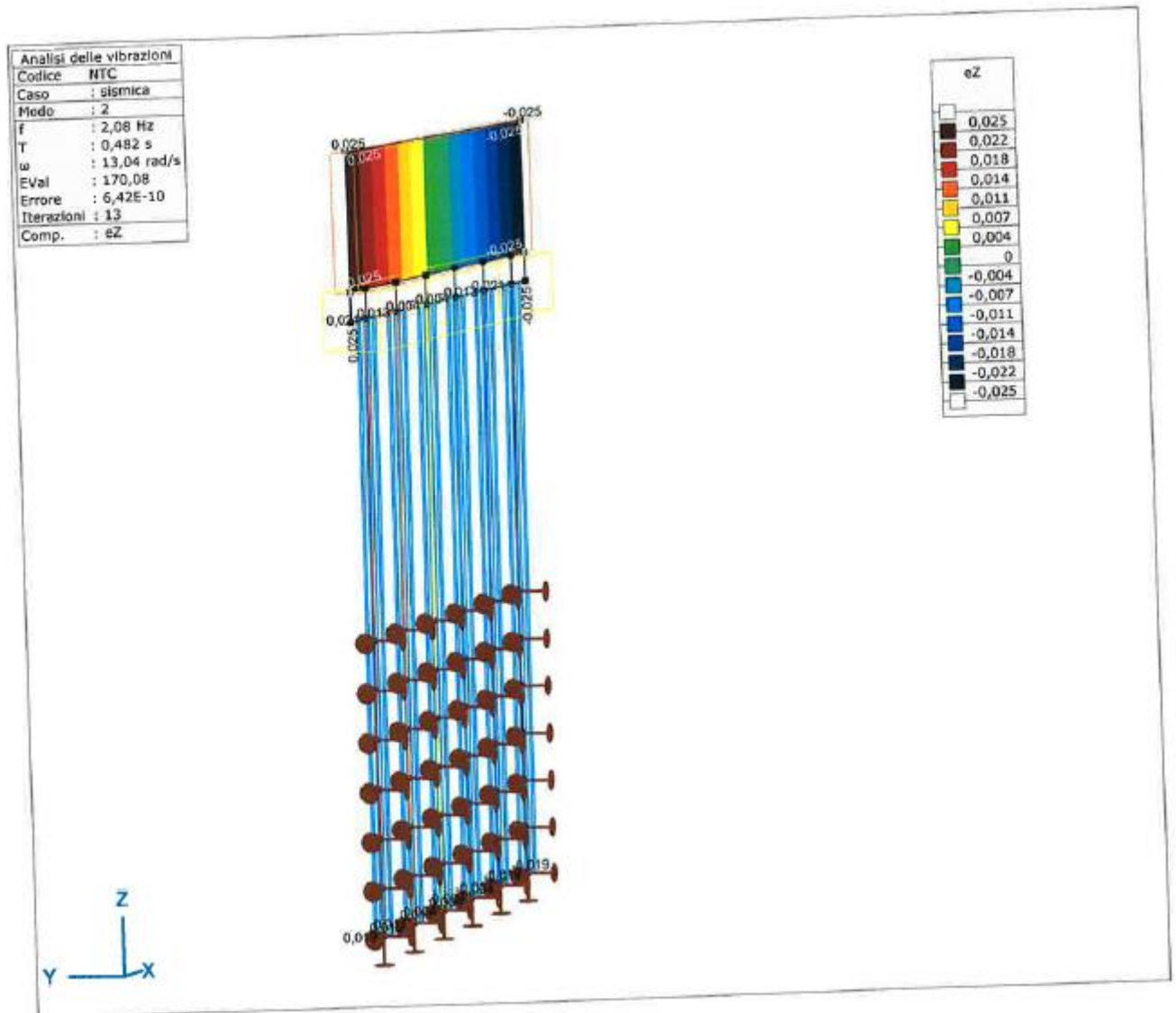
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

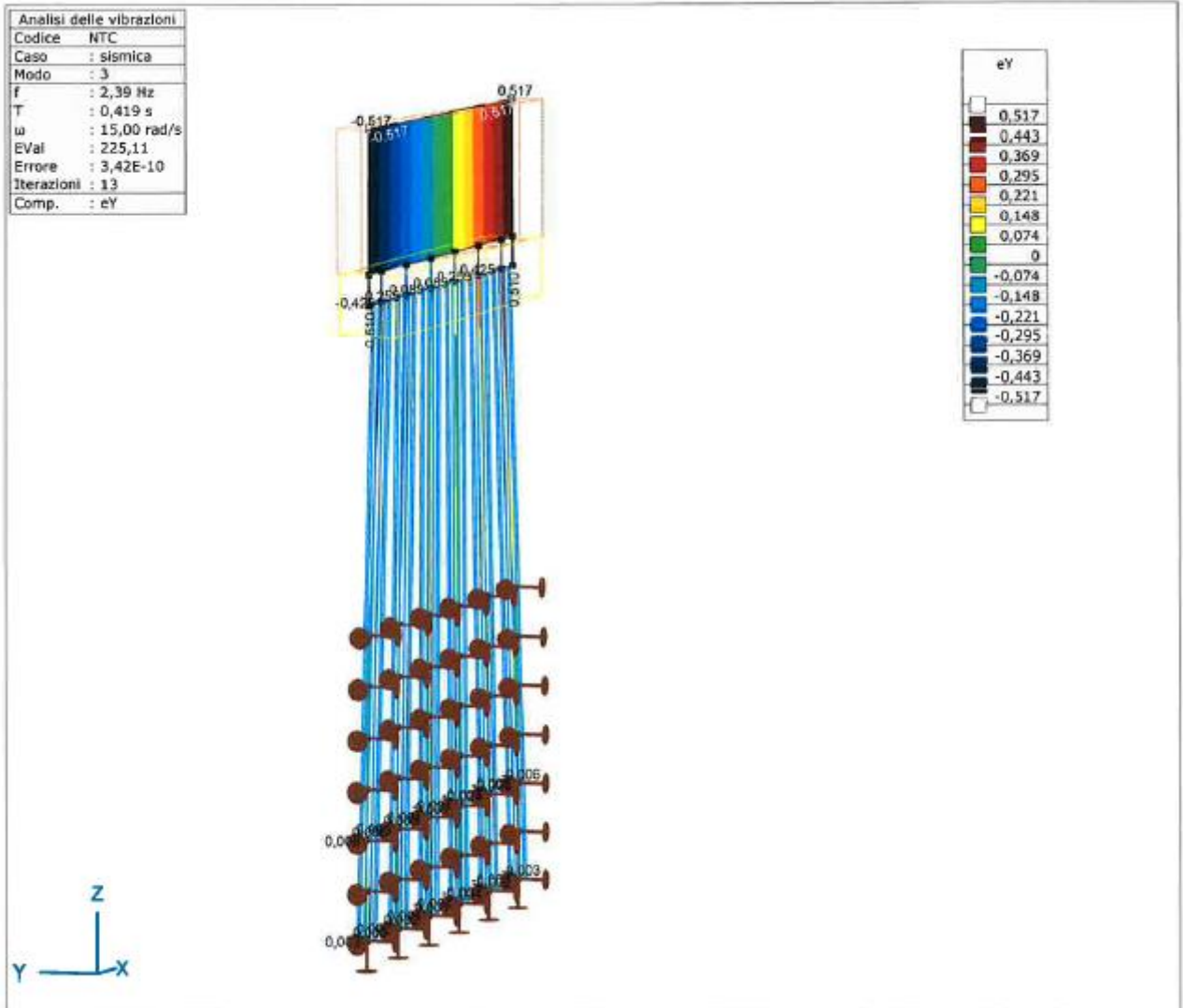
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture



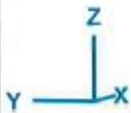
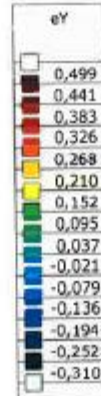
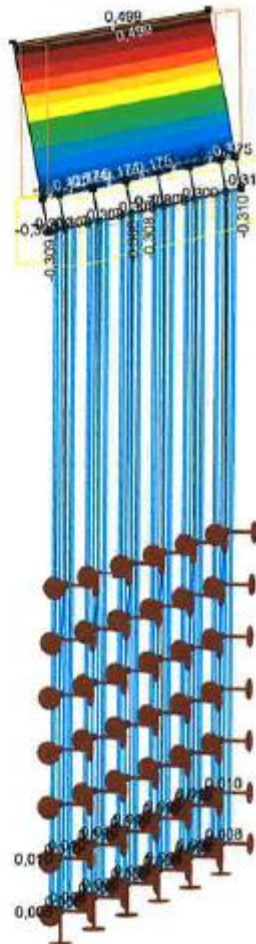
VIBRAZIONI

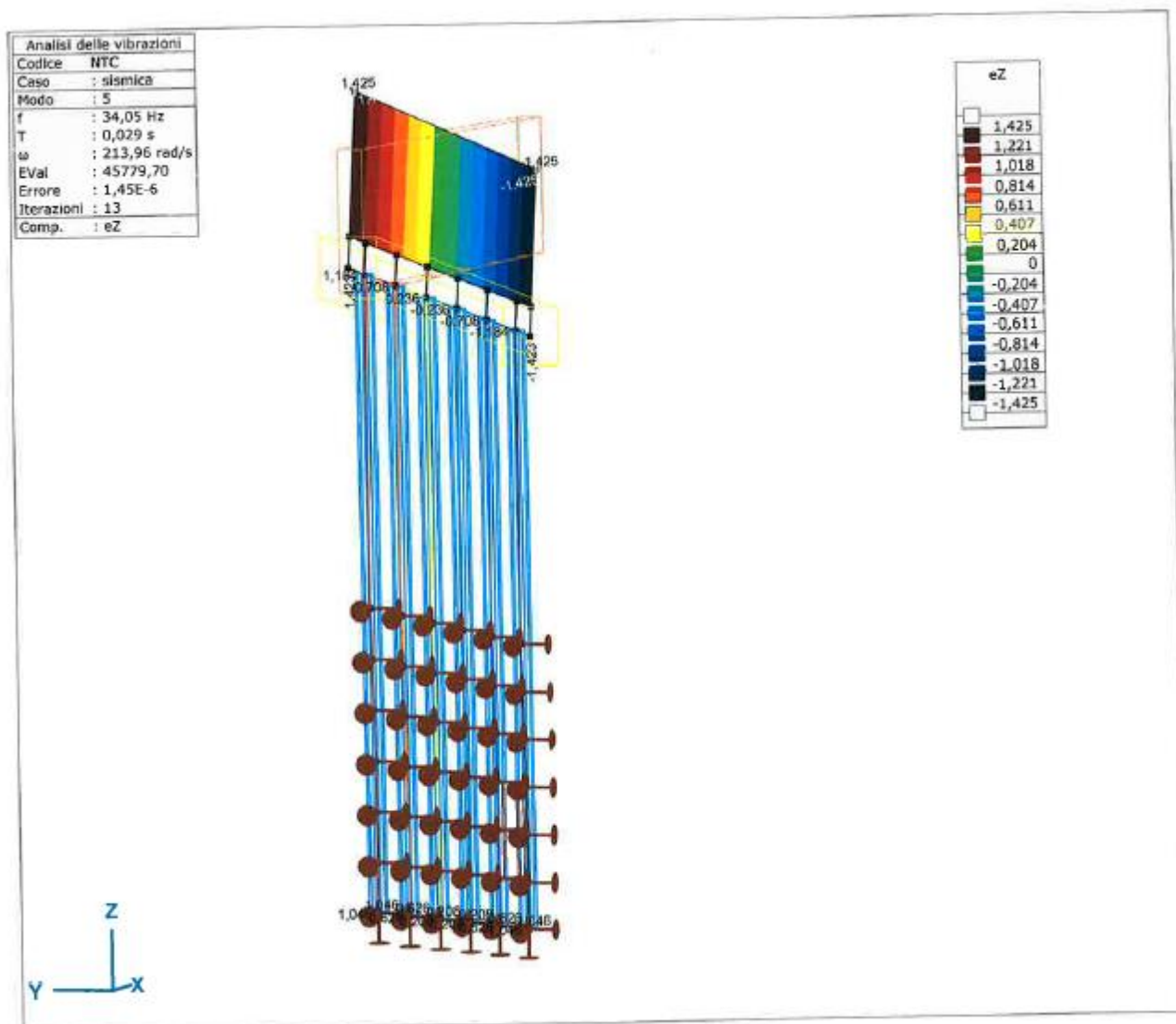






| Analisi delle vibrazioni | |
|--------------------------|-------------|
| Codice | NTC |
| Caso | sismica |
| Modo | 4 |
| f | 10,55 Hz |
| T | 0,095 s |
| ω | 66,28 rad/s |
| EVal | 4393,62 |
| Errore | 1,67E-10 |
| Iterazioni | 13 |
| Comp. | eY |





SOLLECITAZIONI

N_x = Azioni assiali in direzione X

N_y = Azioni assiali in direzione Y

M_z = Momenti flettenti in direzione Z

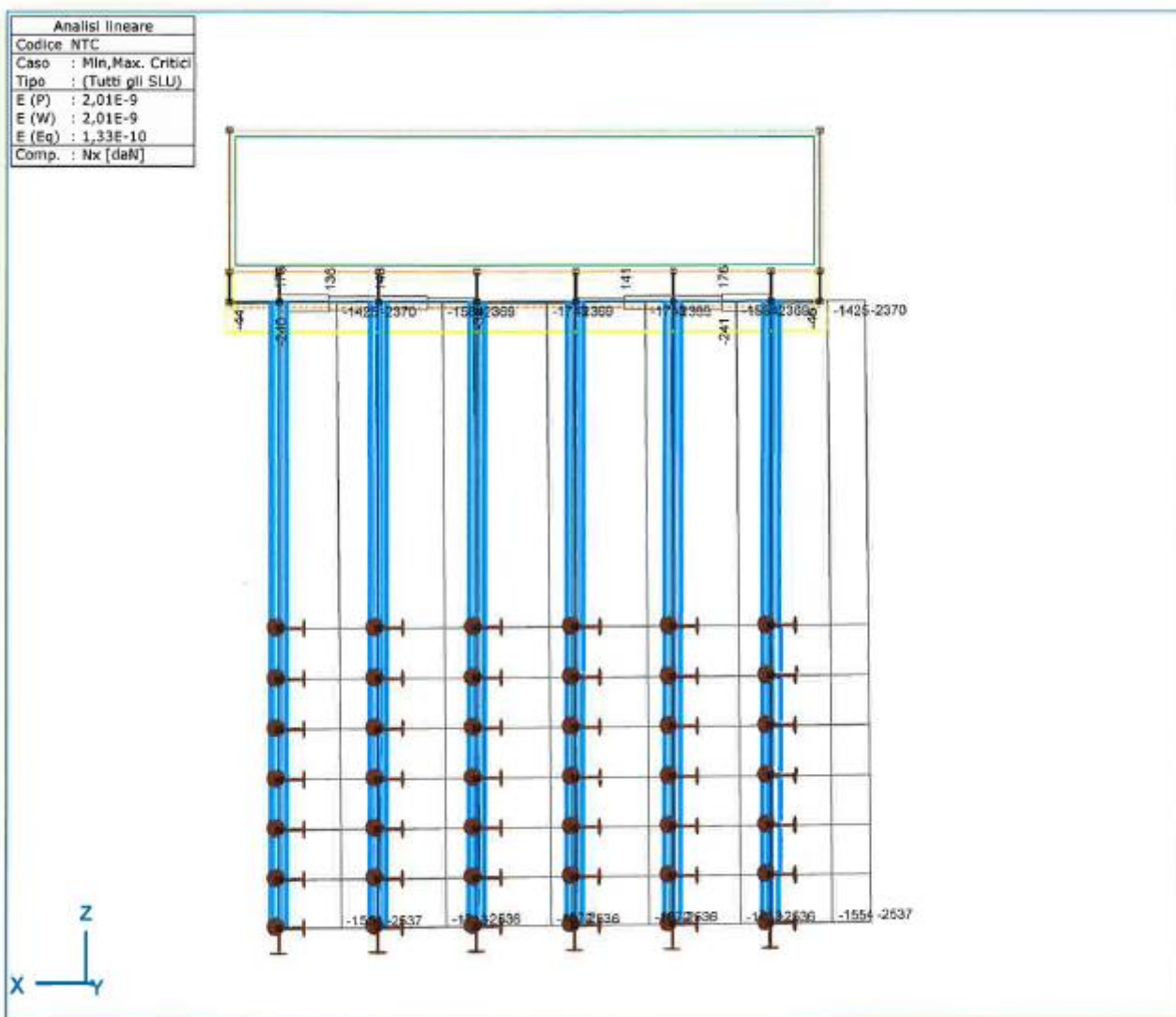
M_y = Momenti flettenti in direzione Y

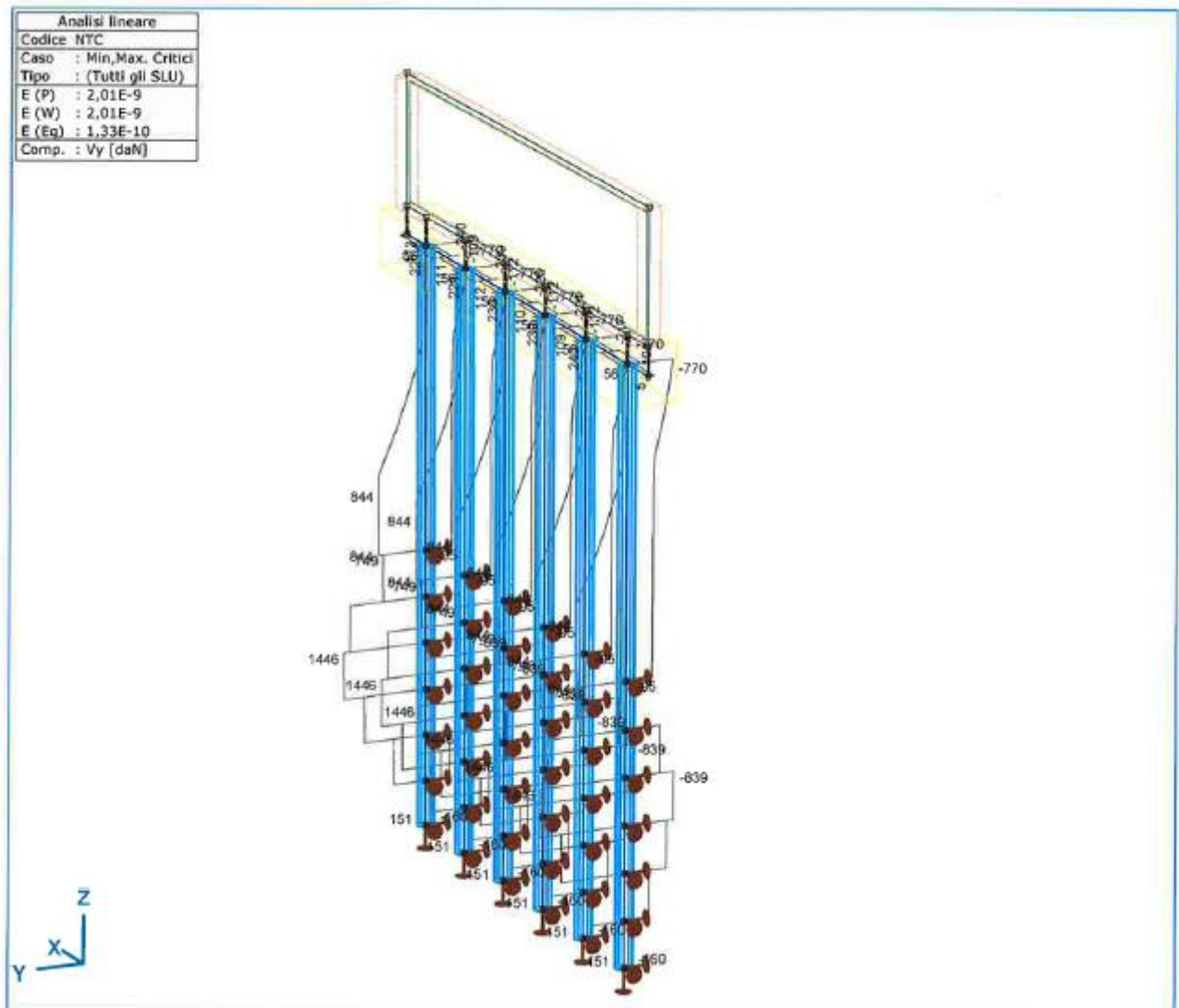
V_y = Azioni taglianti in direzione Y

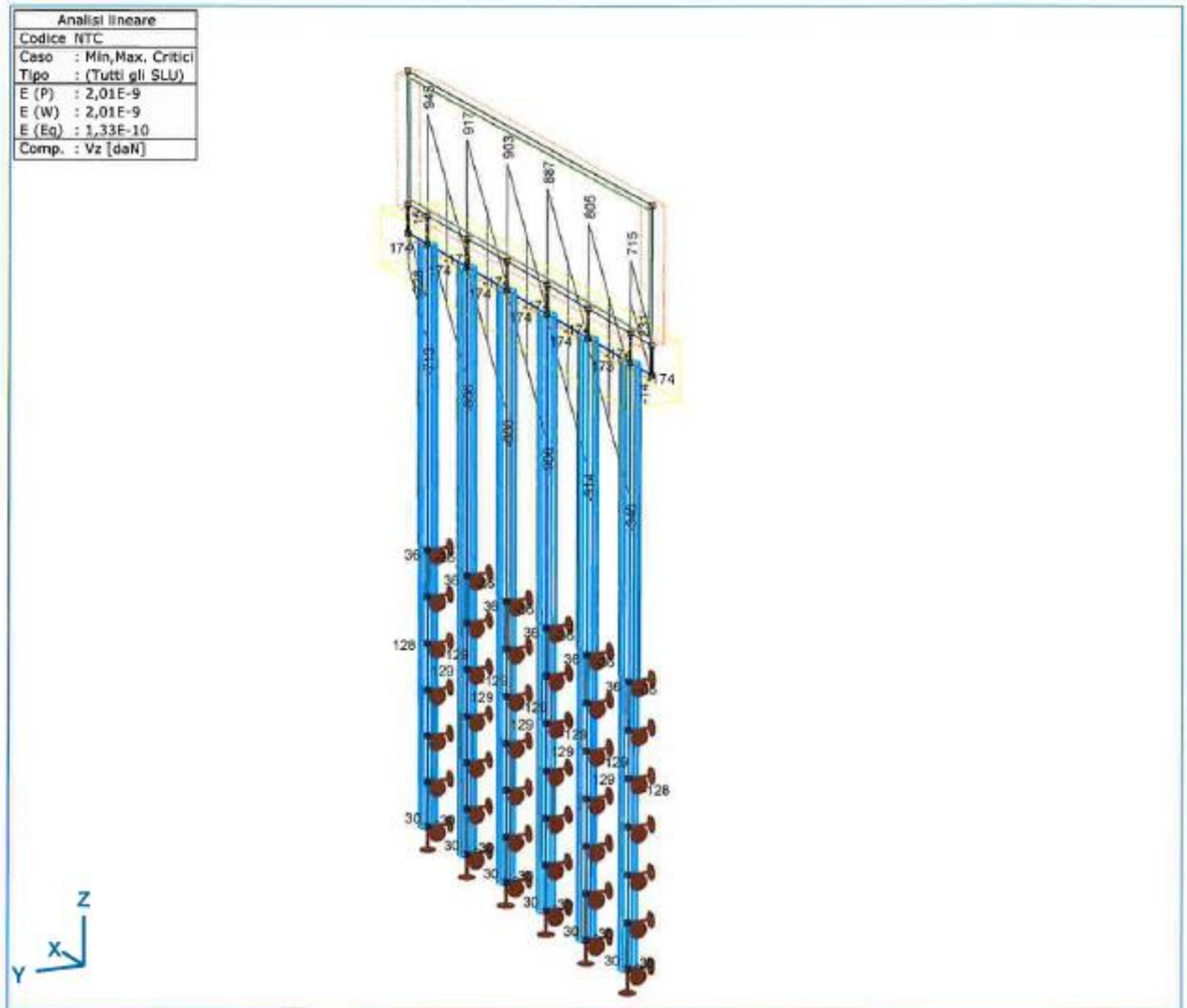
V_z = Azioni taglianti in direzione Z

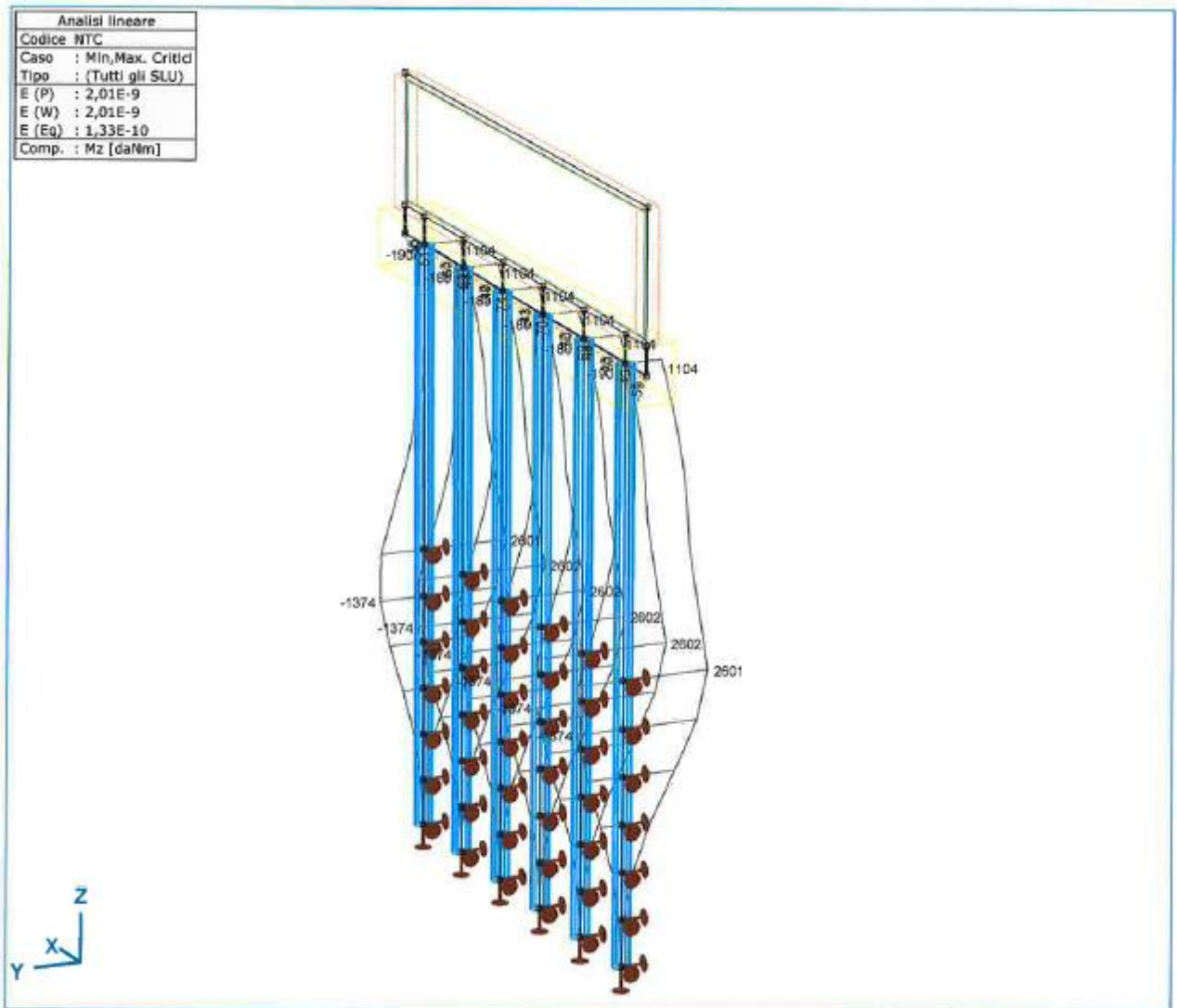
R_y = Reazioni vincolari in direzione Y

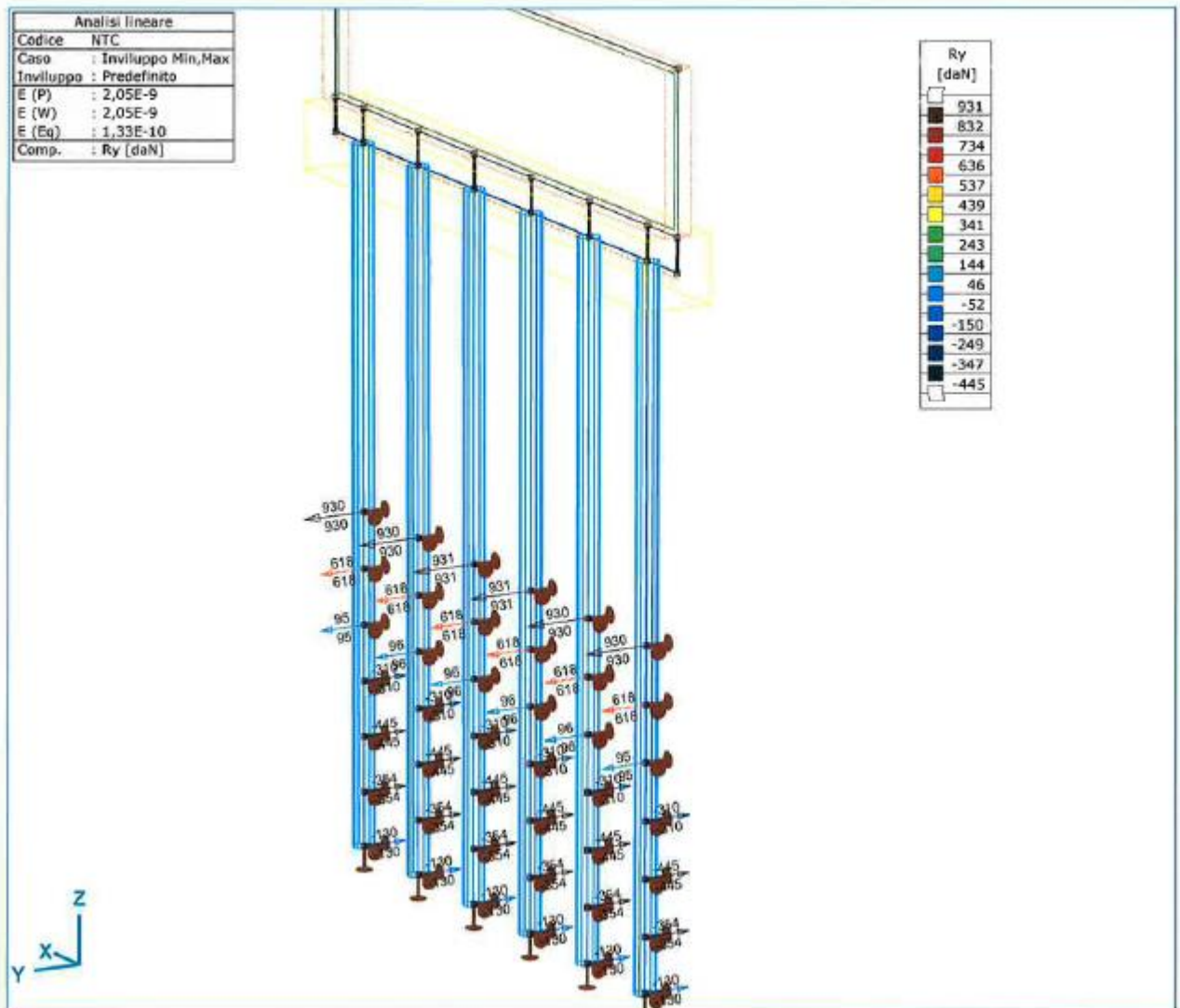
R_z = Reazioni vincolari in direzione Z

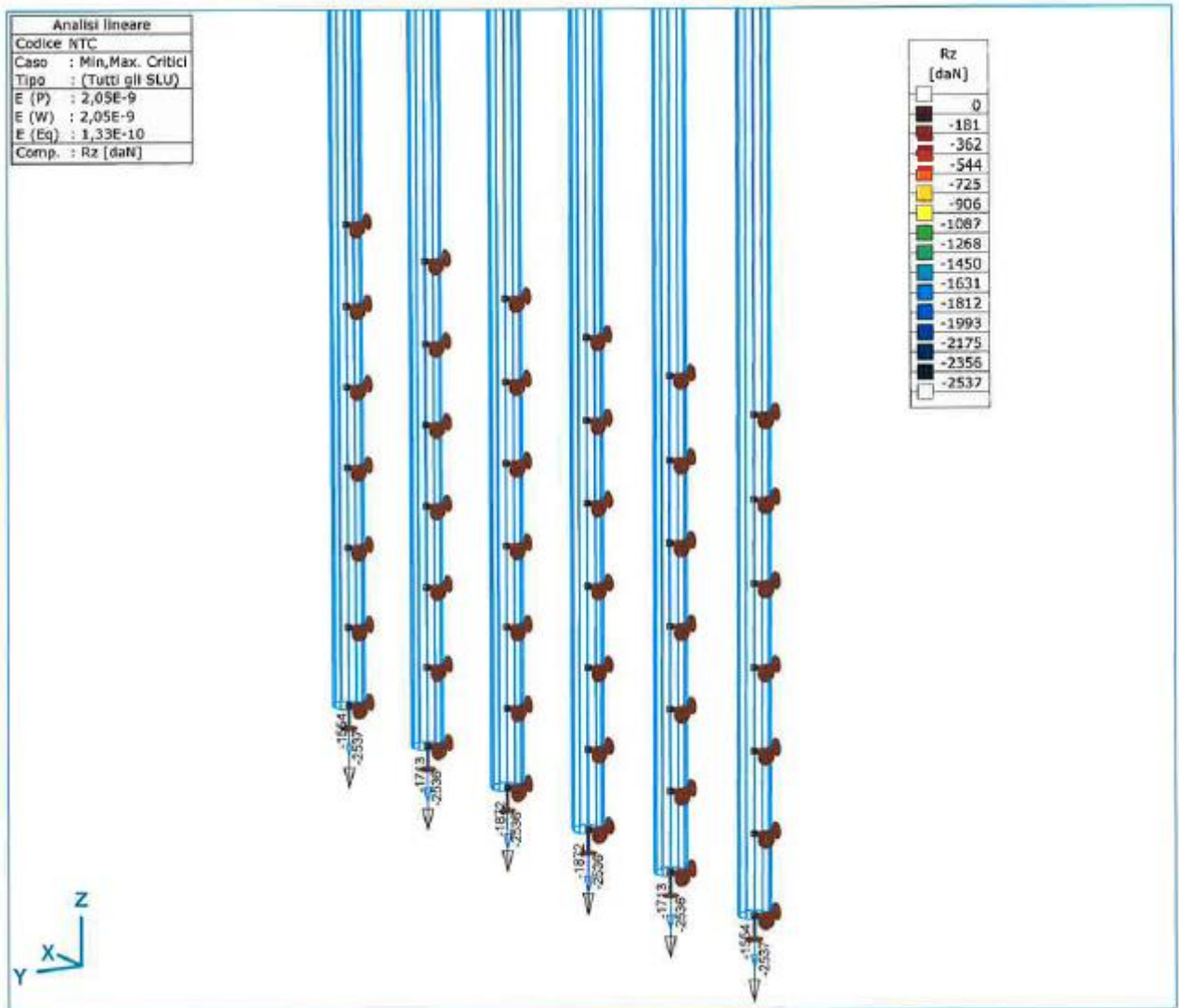


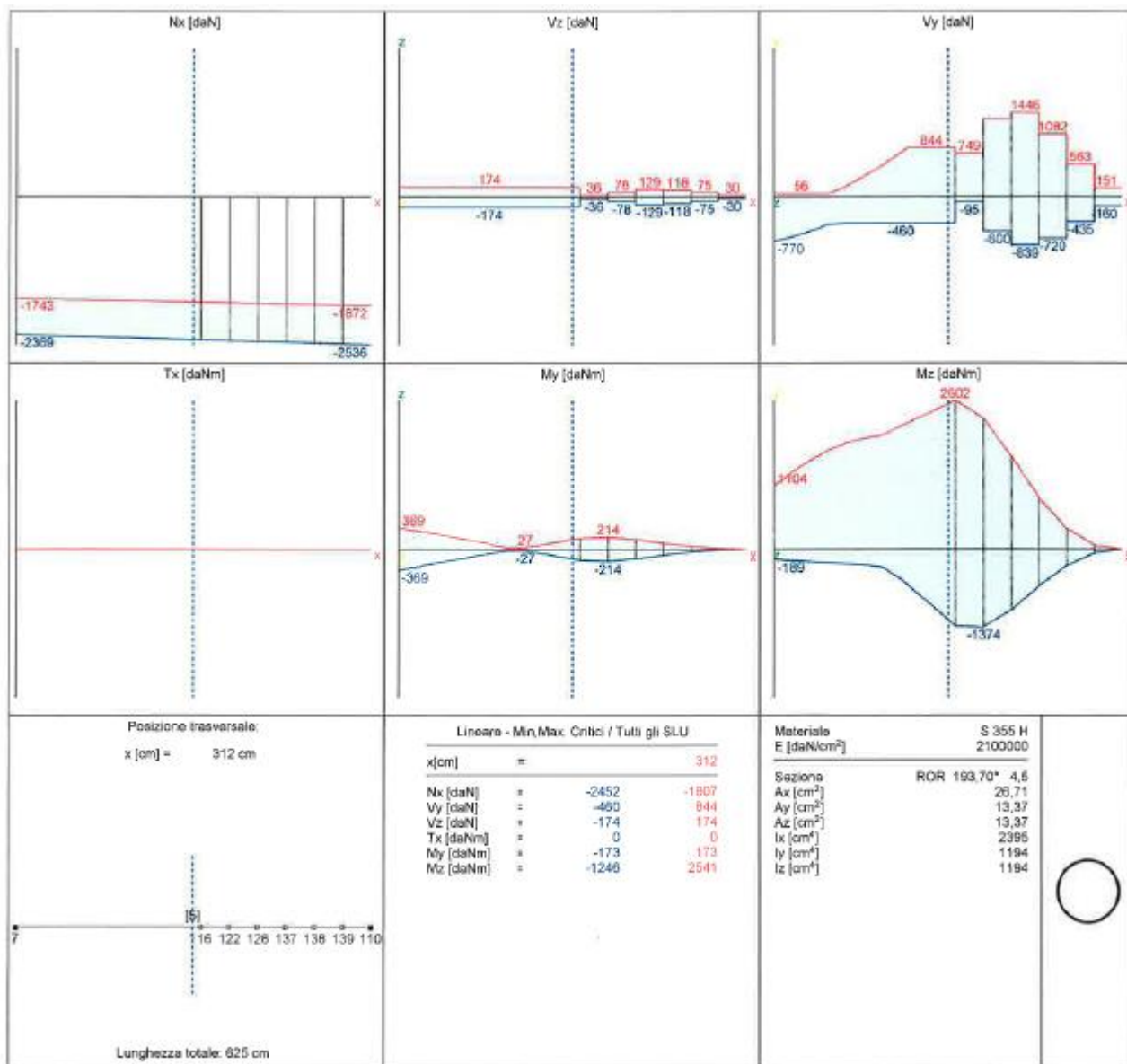




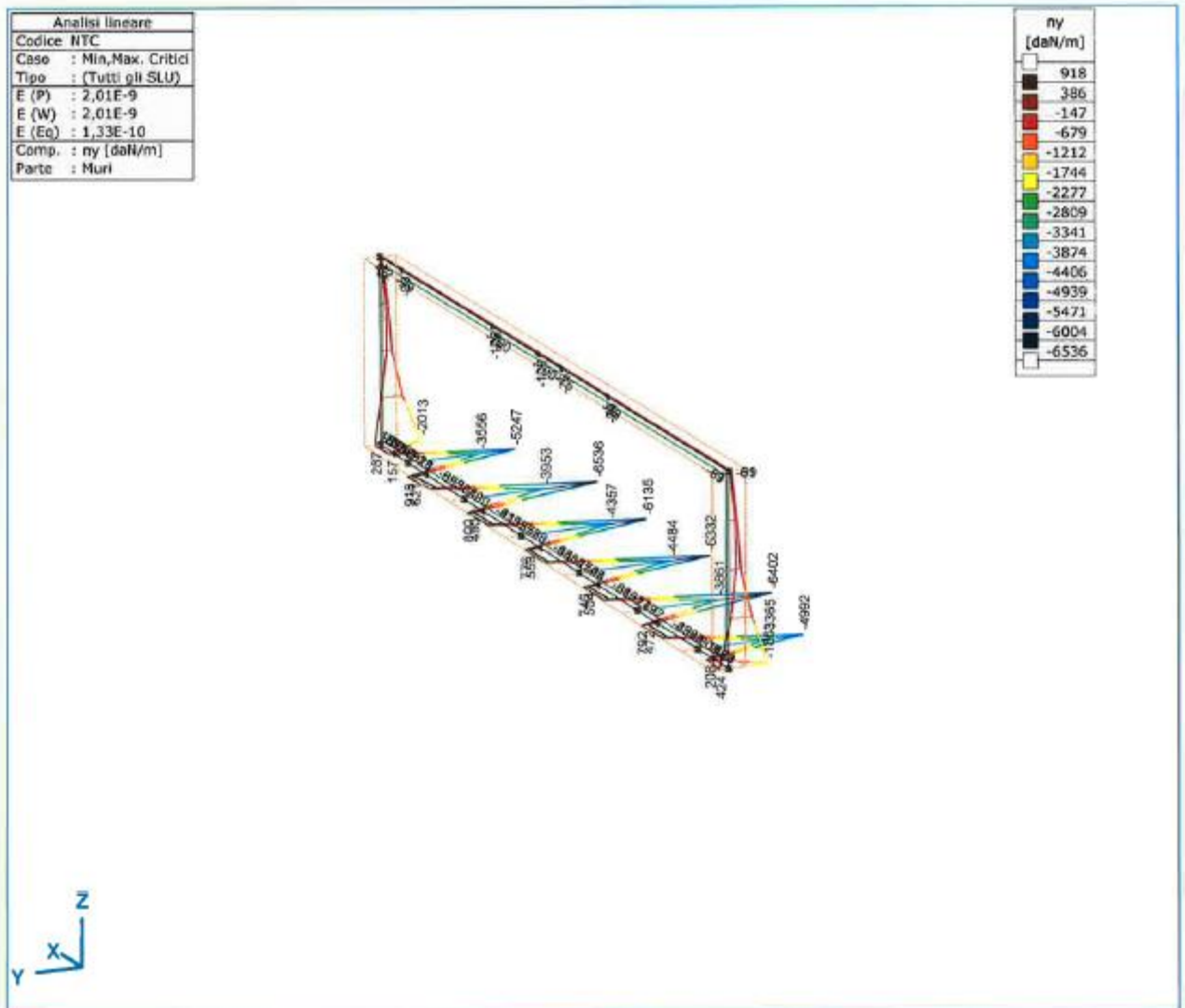


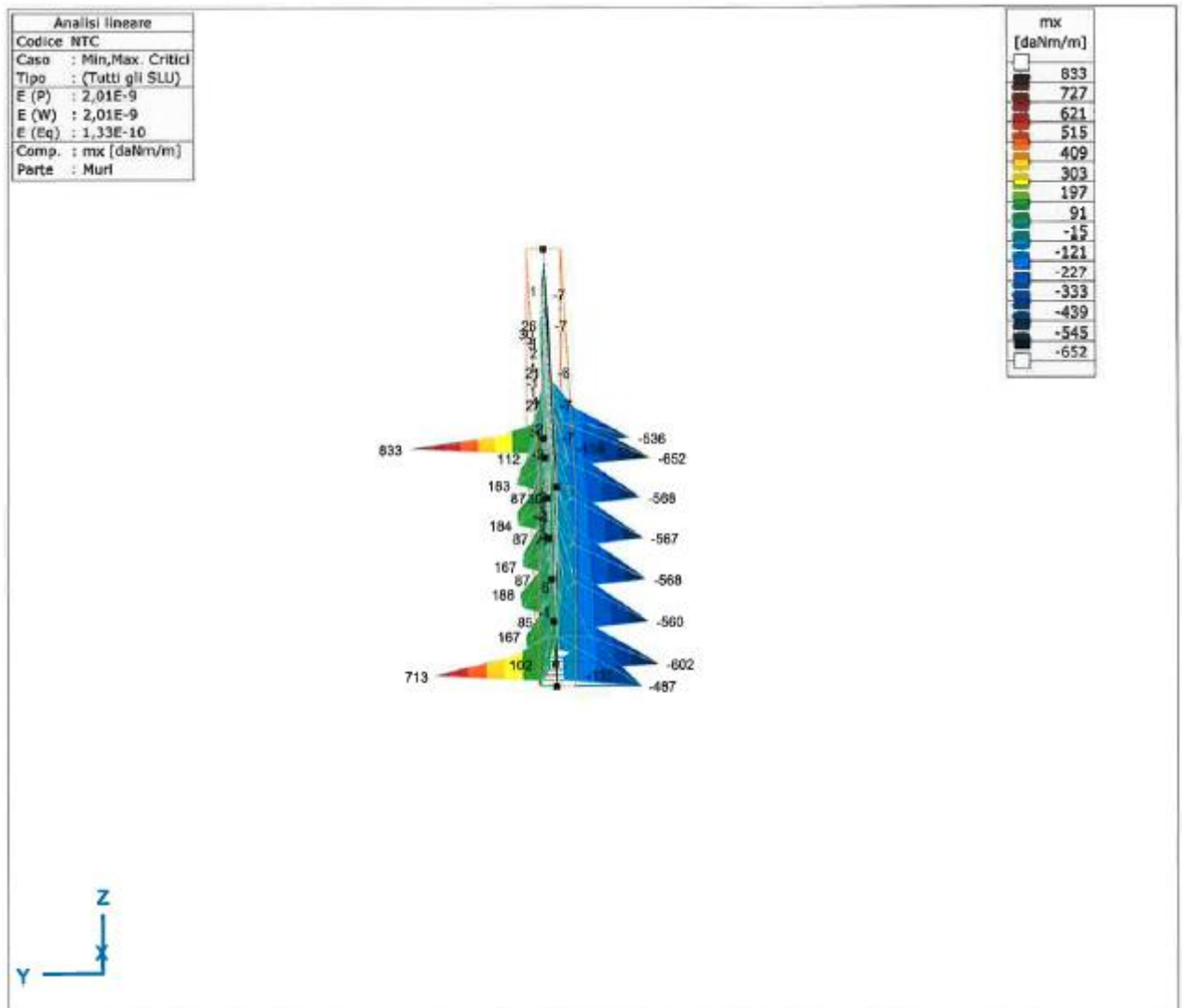


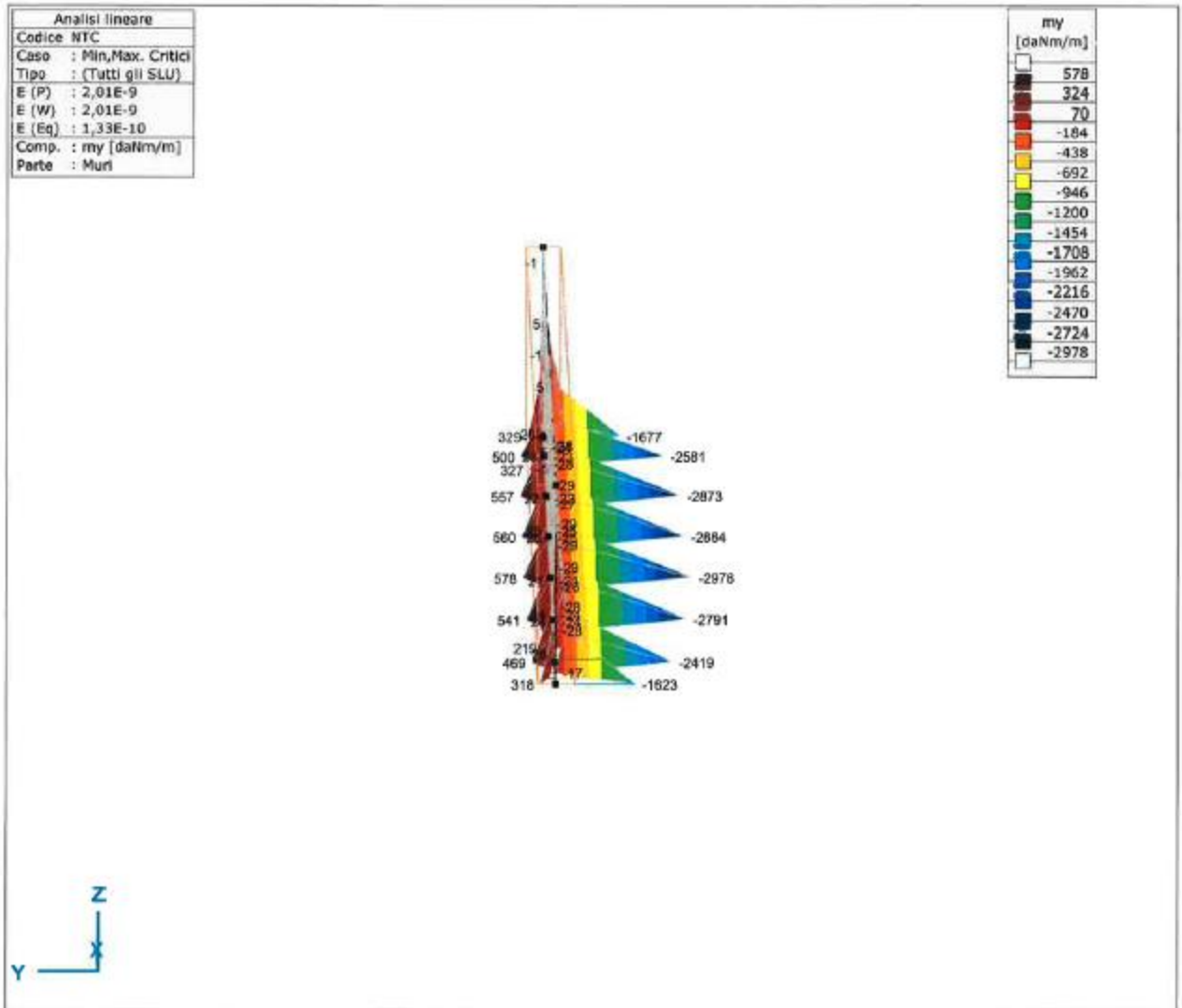




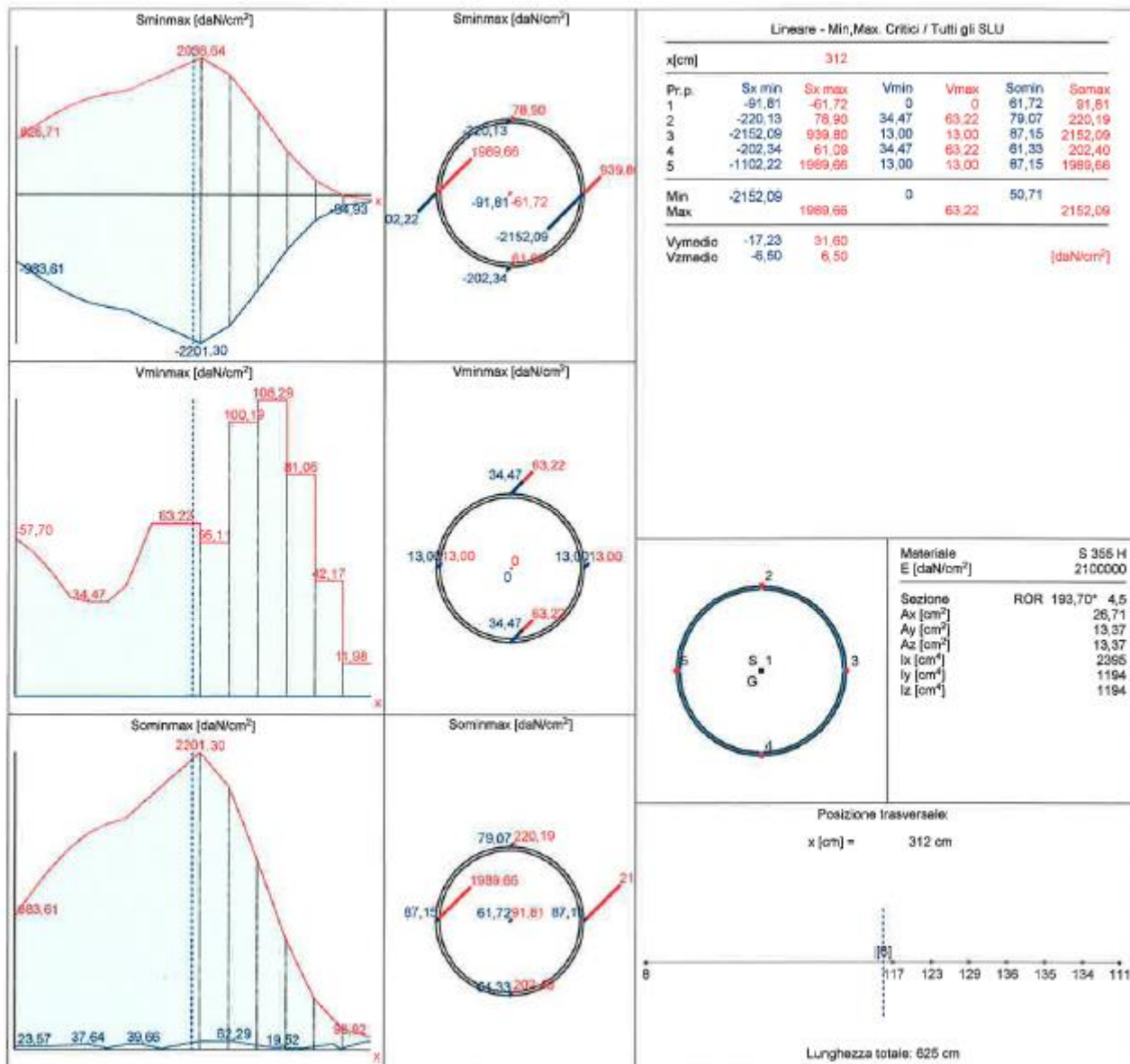








VERIFICA SOLLECITAZIONI ARMATURA MICROPALI



VERIFICA TRAVE DI FONDAZIONE

DESCRIZIONE TRAVI

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | f_{ck} [daN/cm ²] | γ_c -SLV | f_{ctd} -SLV [daN/cm ²] | cc-SLD | f_{ctd} -SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|------------------------------------|-----------------|--|--------|--|
| | | | | | |

f_{ck} = resistenza a compressione cilindrica caratteristica del calcestruzzo

γ_c -SLV = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

f_{ctd} -SLV = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γ_c -SLD = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

f_{ctd} -SLD = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

ACCIAIO

| Codice | E_s [daN/cm ²] | f_{yk} [daN/cm ²] | γ_s -SLV | f_{yd} -SLV [daN/cm ²] | γ_s -SLE | γ_s -SLD | f_{yd} -SLD [daN/cm ²] |
|--------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|---|
| | | | | | | | |

E_s = Modulo elastico dell'acciaio

f_{yk} = resistenza a snervamento caratteristica dell'acciaio

γ_s -SLV = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

f_{yd} -SLV = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γ_s -SLV = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

f_{yd} -SLD = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

γ_s -SLE = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLE (stato limite di esercizio)

SOLLECITAZIONI COMPLETE PER INVILUPPO - SLV

M_{x+} = Momento flettente positivo per sezione

M_{x-} = Momento flettente negativo per sezione

T_x = Taglio sollecitante per sezione

I momenti sono valutati sulla base del §6.2.3 e §9.2.1.3 dell'EC2:

Per effetto del taglio V_{Ed} si genera una forza di trazione aggiuntiva, ΔF_{td} , nell'armatura longitudinale: $\Delta F_{td} = 0,5 V_{Ed} (\cot \theta - \cot \alpha)$.

Per elementi senza armatura per il taglio ΔF_{td} può essere valutato traslando il diagramma del momento flettente di una distanza $a_v = d$ secondo il punto 6.2.2 (5). Questa "regola di traslazione" può essere adottata, in via alternativa, anche per elementi con armatura per il taglio, con $a_v = z (\cot \theta - \cot \alpha)/2$.

CAMPATA: ...

| Sezioni [cm] | M_{x+} [daNm] | M_{x-} [daNm] | T_x [daN] |
|--------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | | |

ARMATURA LONGITUDINALE

| Camp | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] |
| | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)

C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)

C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)

DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)

DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)

A teor. = Area di ferro teorica minima da calcolo

A disp. = Area di ferro disposta

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| Camp | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|
| | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)
C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)
C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)
DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)
DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)
Msd = Momento sollecitante Msd
Mrd = Momento resistente Mrd

Nel caso di edifici sismici in zona 1, 2 e 3 si applicano le norme tecniche ed le sollecitazioni di calcolo sono valutate attraverso la gerarchia delle resistenze secondo il paragrafo 7.4.4.1.1. I momenti flettenti di calcolo, da utilizzare per il dimensionamento e la verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura per le combinazioni di carico sismiche, mentre, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, gli sforzi di taglio VEd da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio della trave soggetta all'azione dei carichi gravitazionali agenti sulla trave, incernierata agli estremi, VEd cern e dei momenti resistenti Mb, Rd, 1,2 delle due sezioni plasticizzate amplificati del fattore di sovraresistenza γRd assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD"A", ad 1,00 per strutture in CD"B":

$$V_{Ed} = \frac{(M_{Ed1} + M_{Ed2})}{l} \cdot \gamma_{Rd} + V_{Ed\ cern}$$



Si eseguono tutte le combinazioni tra momenti resistenti positivi e negativi e taglio sollecitante della trave incernierata alle estremità. Nel caso di edifici sismici in zona 4 con classe d'uso III o IV si applicano le NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze. Sia i momenti flettenti, che i tagli di calcolo, utilizzati nel dimensionamento e verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura. Per edifici sismici in zona 4 con classe d'uso I o II si può scegliere se applicare il metodo alle tensioni ammissibili secondo il DM96-sismico oppure il metodo agli stati limite dalle NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze.

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| CAMP. | App. | Msd + [daNm] | Msd - [daNm] | Af + [cm ²] | Af - [cm ²] | Mrd + [daNm] | Mrd - [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx gerar. [daN] |
|-------|------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata
App. = Appoggio (SX = sinistro, DX = destro)
Msd+ = Momento sollecitante positivo (lembo inferiore)
Msd- = Momento sollecitante negativo (lembo superiore)
Af+ = Area ferri lembo inferiore
Af- = Area ferri lembo superiore
Mrd+ = Momento resistente positivo (lembo inferiore)
Mrd- = Momento resistente negativo (lembo inferiore)
Tx max = Taglio massimo derivante dall'analisi sismica
Tx min = Taglio minimo derivante dall'analisi sismica
Tx gerar. = Taglio calcolato attraverso la gerarchia delle resistenze

Il taglio di calcolo risulta il massimo tra i valori assoluti di Tx max, Tx min, Tx gerar.

VERIFICHE TAGLIO - SLV

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vryd C [daN] | Vryd E [daN] | Vryd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata
Vrzd C = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona centrale
Vrzd E = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.
Vrzd A = Taglio resistente lato calcestruzzo nella zona agli appoggi, se è contemplata.
Vryd C = Taglio resistente lato acciaio in zona centrale
Vryd E = Taglio resistente lato acciaio in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.
Vryd A = Taglio resistente lato acciaio nella zona agli appoggi, se è contemplata.
Vsd C Max = Taglio sollecitante massimo nella zona centrale
Vsd E Max = Taglio sollecitante massimo nella zona estrema
Vsd A Max = Taglio sollecitante massimo nella zona agli appoggi

VERIFICHE SLE

| Camp | Fessurazione comb. QP (max amm. 0,3 mm) | | | | | | Fessurazione comb. Freq (max amm. 0,4 mm) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|---|--------|---------|---------|--------|---------|---|--------|---------|---------|--------|---------|------------------------------|-------------------|
| | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Lung. / hutile Lim. | Lung. / hutile |
| | | | | | | | | | | | | | | |

[illegible]

Camp = Numero campata

Sup. SX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio sinistro

Sup. C = entità della fessurazione al lembo superiore in campata

Sup. DX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio destro

Inf. SX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio sinistro

Inf. C = entità della fessurazione al lembo inferiore in campata

Inf. DX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio destro

Lung./h utile Lim. = rapporto massimo tra luce e altezza utile della campata

Lung./h utile = rapporto reale tra luce e altezza utile della campata

DATI GENERALI PROGETTO

Normativa: Norme Tecniche 2008 , classe duttilità: CDB

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γ c-SLV | fctd-SLV [daN/cm ²] | γ c-SLD | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| - | 300,00 | 1,50 | 6,38 | 1,00 | 9,56 |

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | f _{yk} [daN/cm ²] | γ s-SLV | f _{yd} -SLV [daN/cm ²] | γ s-SLE | γ s-SLD | f _{yd} -SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|---|------------|--|------------|------------|--|
| B450C | 2060000 | 4500 | 1.15 | 3913.04 | 1.00 | 1.00 | 4500.00 |

DATI GENERALI TRAVE: T101-T112

| | |
|--------------|---------|
| Calcestruzzo | Acciaio |
| - | B450C |

SEZIONI

| Codice | Base sup. [cm] | Base inf. [cm] | Altezza [cm] | Anima [cm] | Ala sup. [cm] | Ala inf. [cm] |
|--------|----------------|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| R 8060 | 0.00 | 60.00 | 60.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

CAMPATE - ASTE AXIS

(T) trave; (N) nervatura; (R) reticolare

Campata: 1 - Aste Axis: 1(T)

Campata: 2 - Aste Axis: 3(T)4(T)

Campata: 3 - Aste Axis: 5(T)6(T)

Campata: 4 - Aste Axis: 9(T)10(T)

Campata: 5 - Aste Axis: 7(T)8(T)

Campata: 6 - Aste Axis: 12(T)11(T)

Campata: 7 - Aste Axis: 2(T)

GEOMETRIA

a = lato pilastro parallelo asse trave espresso in [cm]

b = lato pilastro perpendicolare asse trave espresso in [cm]

| | | | | Pili iniziale | | | Pili finale | | |
|------|-----------|---------|------|---------------|----|----|-------------|----|----|
| Camp | Luce [cm] | Sezione | Nome | nome | a | b | nome | a | b |
| 1 | 50 | R 6060 | T101 | | 0 | 0 | MrtKmtMeret | 19 | 19 |
| 2 | 100 | R 6060 | T102 | MrtKmtMeret | 19 | 19 | MrtKmtMeret | 19 | 19 |
| 3 | 100 | R 6060 | T104 | MrtKmtMeret | 19 | 19 | MrtKmtMeret | 19 | 19 |
| 4 | 100 | R 6060 | T106 | MrtKmtMeret | 19 | 19 | MrtKmtMeret | 19 | 19 |
| 5 | 100 | R 6060 | T108 | MrtKmtMeret | 19 | 19 | MrtKmtMeret | 19 | 19 |
| 6 | 100 | R 6060 | T110 | MrtKmtMeret | 19 | 19 | MrtKmtMeret | 19 | 19 |
| 7 | 50 | R 6060 | T112 | MrtKmtMeret | 19 | 19 | | 0 | 0 |

RISULTATI

ARMATURA LONGITUDINALE

| | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Camp | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] |
| 1 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 2 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 3 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 4 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 5 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 6 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 7 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|
| Camp | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs |
| 1 | 20 | 25345 | 0,00 | -187 | -25345 | 0,01 | 0 | 25345 | 0,00 | 0 | -25345 | 0,00 | 20 | 25345 | 0,00 | -187 | -25345 | 0,01 |
| 2 | 110 | 25345 | 0,00 | -363 | -25345 | 0,01 | 110 | 25345 | 0,00 | 0 | -25345 | 0,00 | 73 | 25345 | 0,00 | -208 | -25345 | 0,01 |
| 3 | 144 | 25345 | 0,01 | -275 | -25345 | 0,01 | 144 | 25345 | 0,01 | 0 | -25345 | 0,00 | 117 | 25345 | 0,00 | -226 | -25345 | 0,01 |
| 4 | 134 | 25345 | 0,01 | -243 | -25345 | 0,01 | 136 | 25345 | 0,01 | 0 | -25345 | 0,00 | 136 | 25345 | 0,01 | -242 | -25345 | 0,01 |
| 5 | 119 | 25345 | 0,00 | -225 | -25345 | 0,01 | 144 | 25345 | 0,01 | 0 | -25345 | 0,00 | 144 | 25345 | 0,01 | -275 | -25345 | 0,01 |
| 6 | 74 | 25345 | 0,00 | -208 | -25345 | 0,01 | 110 | 25345 | 0,00 | 0 | -25345 | 0,00 | 110 | 25345 | 0,00 | -363 | -25345 | 0,01 |
| 7 | 19 | 25345 | 0,00 | -188 | -25345 | 0,01 | 0 | 25345 | 0,00 | 0 | -25345 | 0,00 | 19 | 25345 | 0,00 | -188 | -25345 | 0,01 |

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| | SX | | | | | | | | | DX | | | | | | | | |
|------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Camp | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] |
| 1 | 20 | -187 | 12,06 | 12,06 | 25.345 | -25.345 | 14 | -231 | -101.6 | 20 | -187 | 12,06 | 12,06 | 25.345 | -25.345 | -427 | -672 | -102.0 |
| | | | | | | | 5 | | 12 | | | | | | 5 | | | 53 |

VERIFICHE TAGLIO - SLU

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 902 | 0 | 0 |
| 3 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 870 | 0 | 0 |
| 4 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 862 | 0 | 0 |
| 5 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 841 | 0 | 0 |
| 6 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 762 | 0 | 0 |
| 7 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 626 | 0 | 0 |

STAFFE

| | Campo centrale | | | Campo estremità | | | Campo appoggio | | |
|------|----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| Camp | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] |
| 1 | 10 | 12 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 10 | 12 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 10 | 12 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 10 | 12 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 10 | 12 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 10 | 12 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 10 | 12 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VERIFICHE SLE

| Camp | Fessurazione comb.QP (max amm. 0.3 [mm]) | | | | | | Fessurazione comb.Freq (max amm. 0.4 [mm]) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|--|------------|--------------|-------------|------------|-------------|--|------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|-----------------|
| | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | (Lung. / h utile lim. | Lung. / h utile |
| 1 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,60 | 0,68 |
| 2 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 1,35 |
| 3 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 1,35 |
| 4 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 1,35 |
| 5 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 1,35 |
| 6 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 1,35 |
| 7 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,60 | 0,68 |



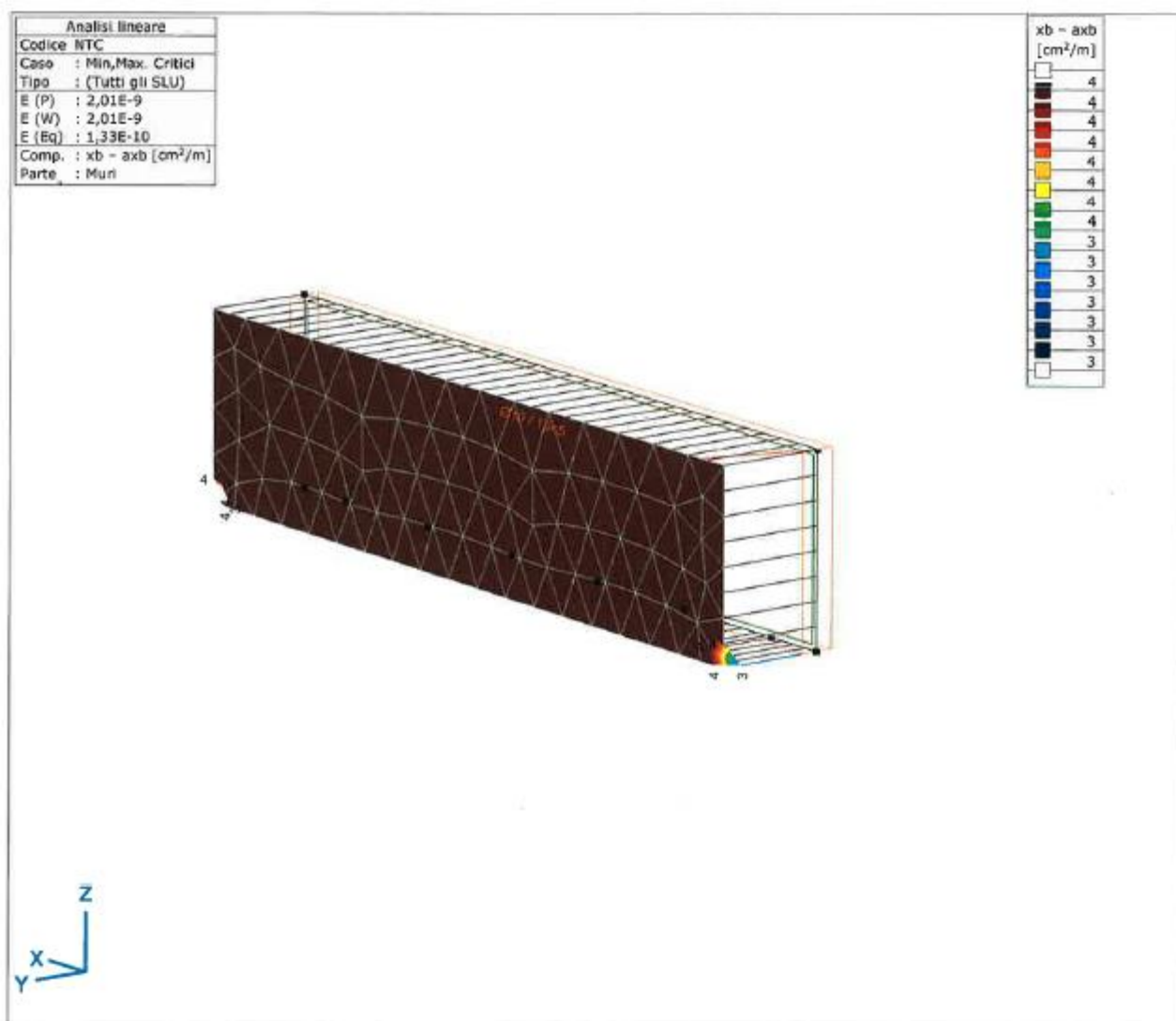
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

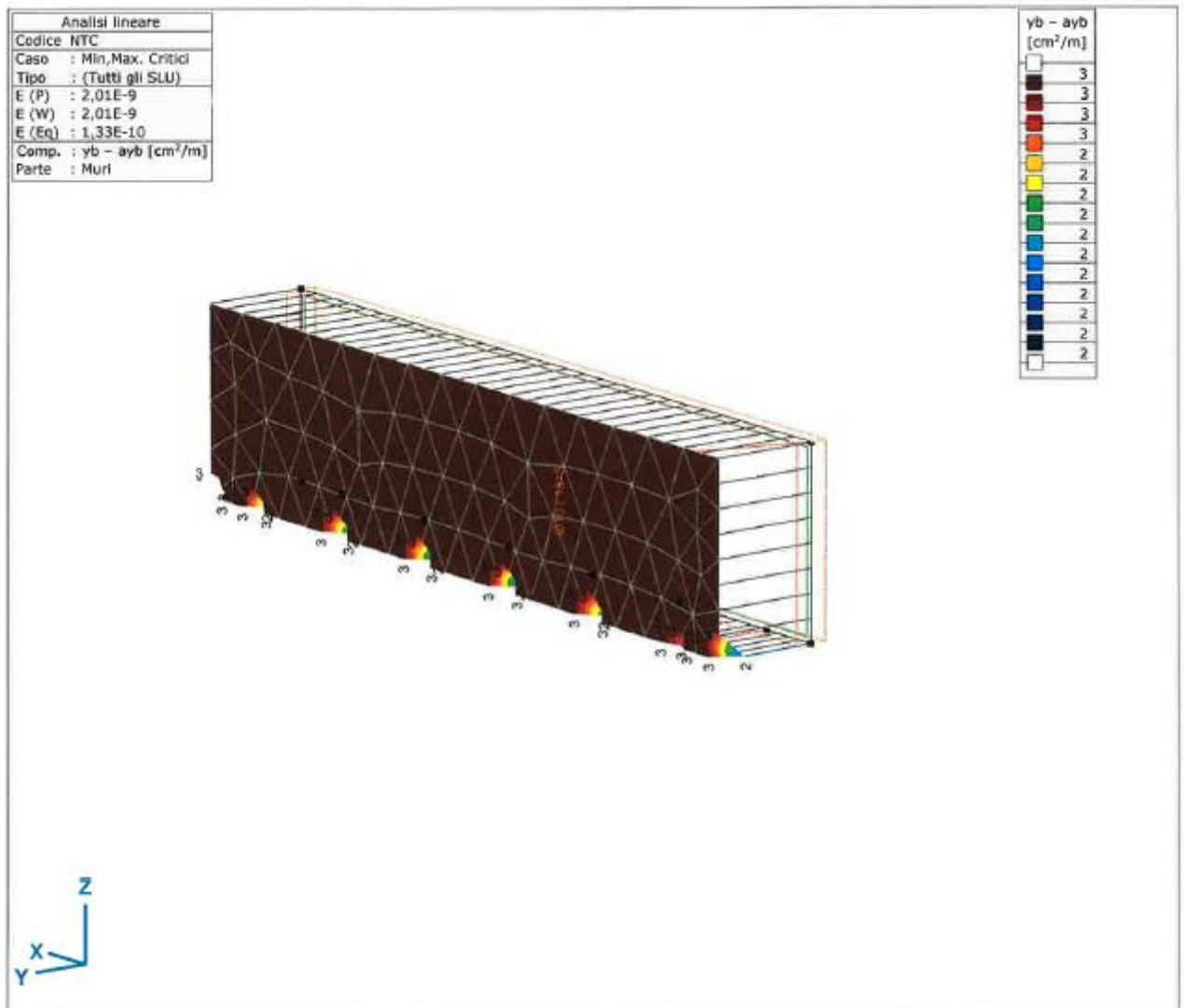
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

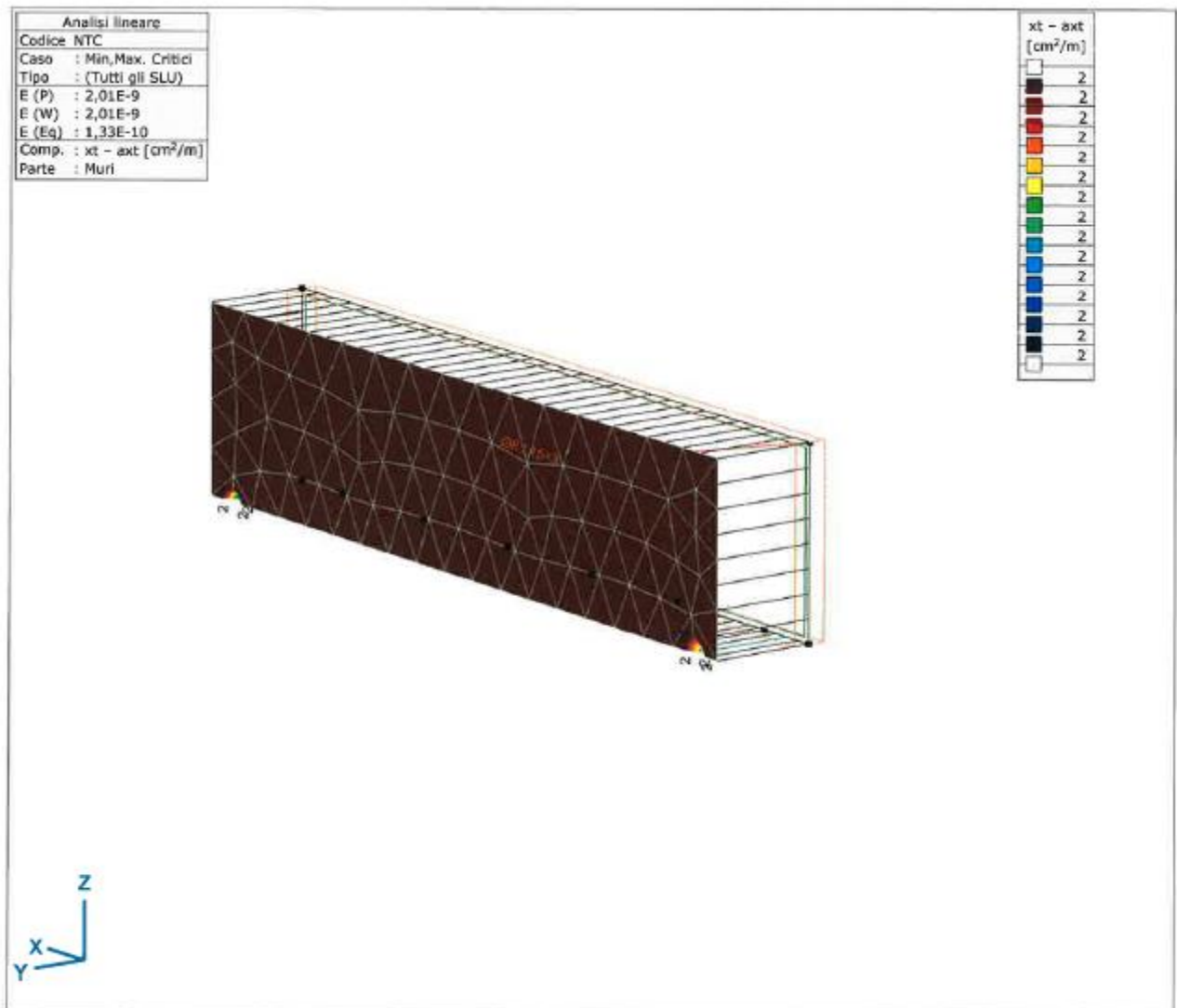
VERIFICA ARMATURE

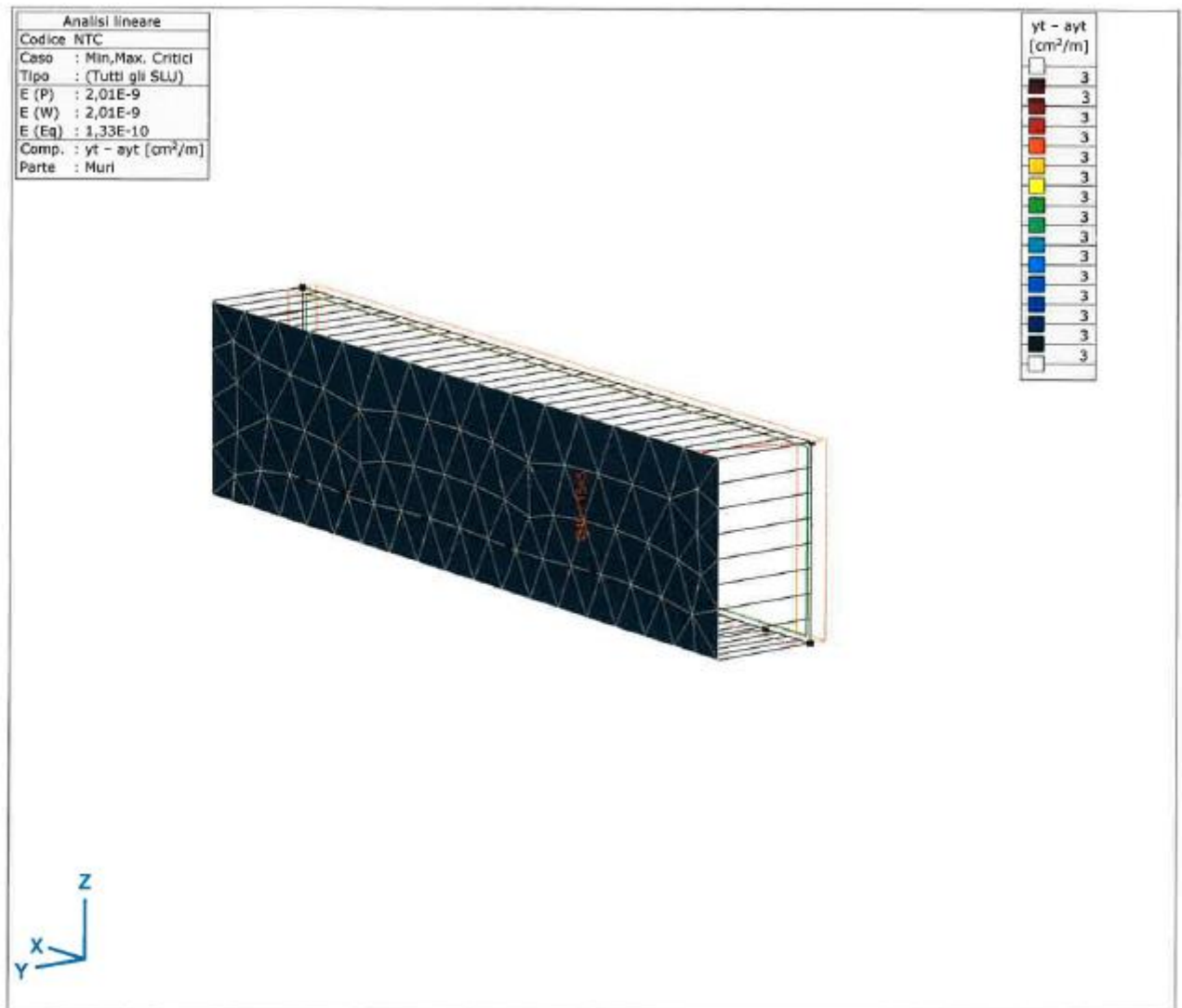
MURO D'ARGINE

| | |
|---------|--|
| Xb-aXb: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione x |
| yb-ayb: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in basso nella direzione y |
| xt-axt: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione x |
| yt-ayt: | differenza tra l'area di ferro applicata e l'area di ferro necessaria in alto nella direzione y |
| wk(b): | apertura delle fessure secondo l'asse inferiore delle armature |
| wk(t): | apertura delle fessure secondo l'asse superiore delle armature |









VERIFICA COEFFICIENTI DI SICUREZZA MOLLE

h = da quota di campagna

| | | | |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| $h = 3.75\text{m}$ | $R_{my} = 1379 \text{ daN}$ | $R_y = 930 \text{ daN}$ | $\gamma = 1.47 > 1.3$ |
| $h = 4.25\text{m}$ | $R_{my} = 2450 \text{ daN}$ | $R_y = 618 \text{ daN}$ | $\gamma = 3.94 > 1.3$ |
| $h = 7.00\text{m}$ | $R_{my} = 11770 \text{ daN}$ | $R_y = 2537 \text{ daN}$ | $\gamma = 4.60 > 2.3$ |

VERIFICA MAUALE ARMATURA MICROPALI

TRATTI A-B e D-E

$\Phi = 193.7 \text{ mm}$ $Sp = 4.5 \text{ mm}$ $A_x = 26.71 \text{ cm}^2$ $I_z = 1197 \text{ cm}^4$

$N_x = -2536 \text{ daN}$

$M_y = 214 \text{ daNm}$

$M_z = 2602 \text{ daNm}$

$V_y = 844 \text{ daN}$

$\gamma = 1.05$

$$\frac{N_{ed} \times \gamma_{m1}}{f_{yk} \times A} + \frac{M_{zed} \times \gamma_{m1} \times d/2}{f_{yk} \times I_z} \leq 1$$

$$\frac{2536 \times 1.05}{3350 \times 26.71} + \frac{260200 \times 1.05 \times 9.69}{3350 \times 1197} = 0.69 \leq 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

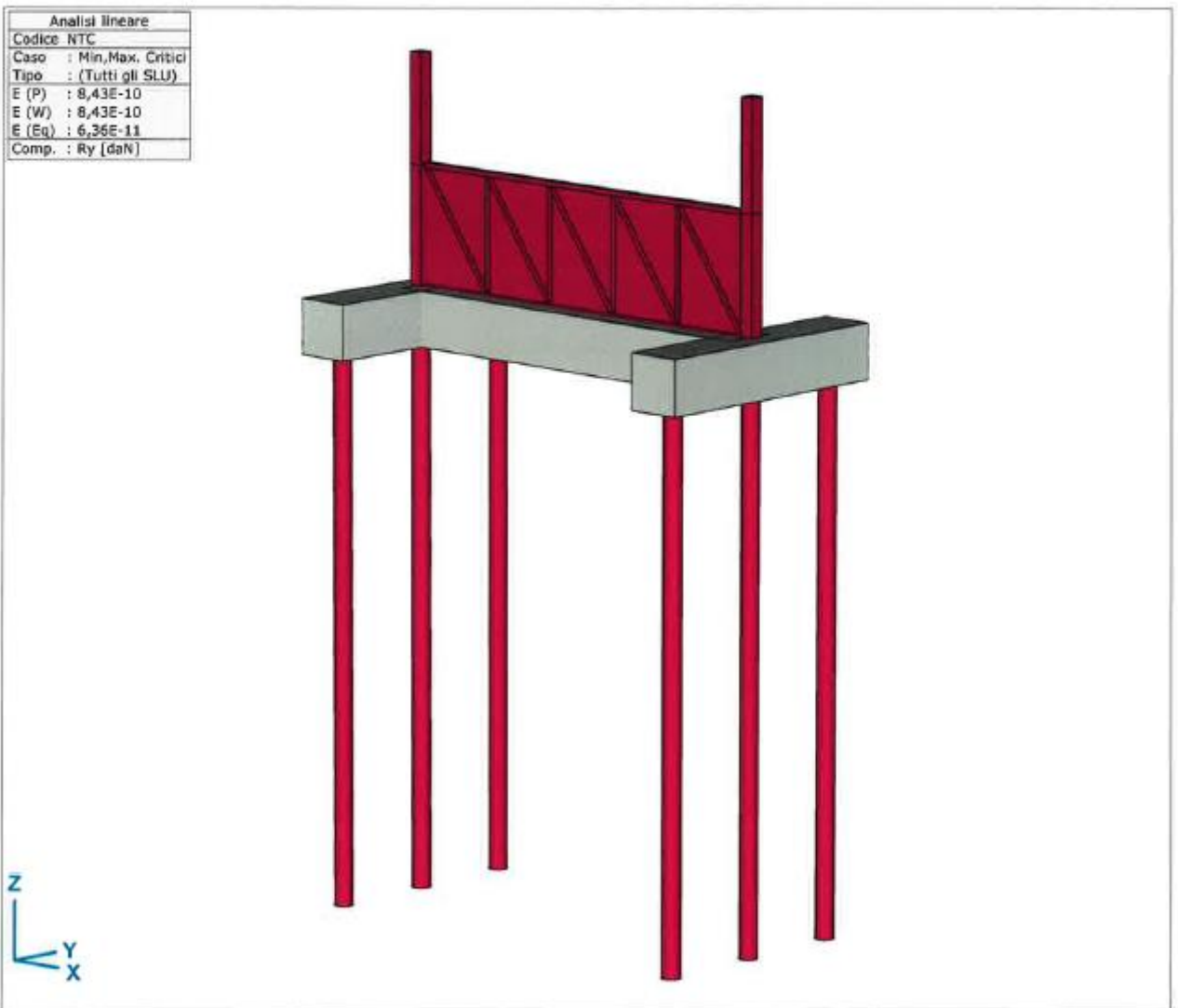
CANCELLO DI VIA FILZI

6.3 CANCELLO A TENUTA D'ACQUA

SEZIONE D-C

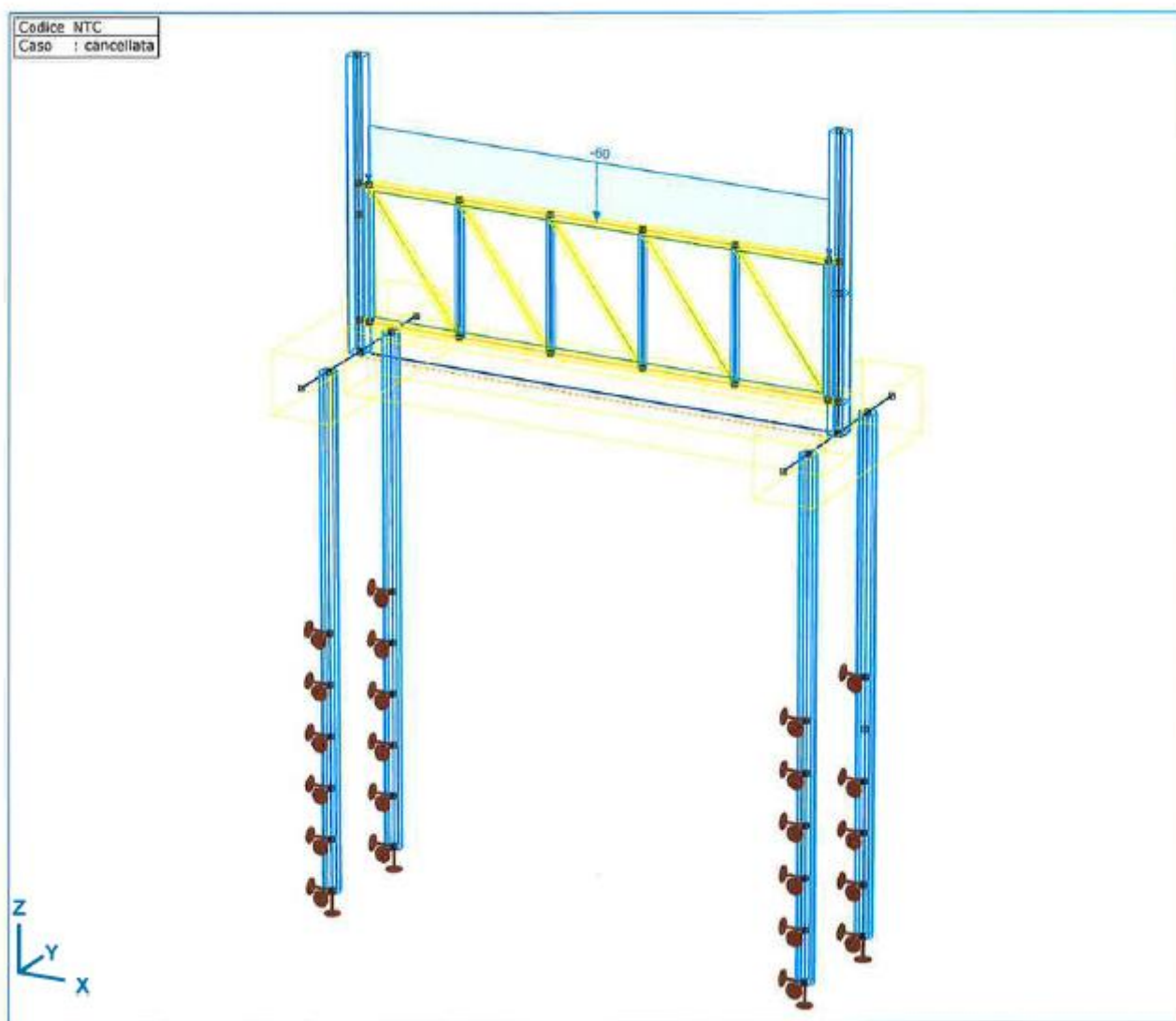
MODELLO

| Analisi lineare | |
|-----------------|--------------------|
| Codice | NTC |
| Caso | : Min,Max, Critici |
| Tipo | : (Tutti gli SLU) |
| E (P) | : $8,43E-10$ |
| E (W) | : $8,43E-10$ |
| E (Eq) | : $6,36E-11$ |
| Comp. | : Ry [daN] |





CARICHI



H2O +1.0m: Carico idraulico sul dominio

| | Direzione | X [cm] | Y [cm] | F _x [daN/m ²] | F _y [daN/m ²] |
|---|-----------|-----------|-----------|---|---|
| 1 | Z | 160 | 30 | 0 | 1300 |

X: Carico in direzione X; Y: Carico in direzione Y; F_x: Componente F_x; F_y: Componente F_y

H2O +1.0m: Carichi distribuiti su travi e nervature

| | Tipo | Lunghezza [cm] | a/d | Pos. | p _x [daN/m] | p _y [daN/m] | p _z [daN/m] | m _{tor} [daNm/m] |
|----|------------|-------------------|-----|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 11 | Asta G In. | 480 | a | 0 | 0 | 960 | 0 | 0 |
| | | | | 1,000 | 0 | 960 | 0 | 0 |

Tipo: Tipo carico; Lunghezza: Lunghezza trave; a/d: Posizione per coefficiente(a) o per lunghezza(d); * = Attraverso; Pos.: Posizione; p_x, p_y, p_z: Componente forza di carico; m_{tor}: Componente momento di carico;

rottura argine: Carichi distribuiti su travi e nervature

| | Tipo | Lunghezza [cm] | a/d | Pos. | p _x [daN/m] | p _y [daN/m] | p _z [daN/m] | m _{tor} [daNm/m] |
|----|------------|-------------------|-----|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 4 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 5 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 6 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 12 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 13 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |
| 14 | Asta G In. | 625 | d | 0 | 0 | -185 | 0 | 0 |
| | | | | 240 | 0 | -730 | 0 | 0 |

Tipo: Tipo carico; Lunghezza: Lunghezza trave; a/d: Posizione per coefficiente(a) o per lunghezza(d); * = Attraverso; Pos.: Posizione; p_x, p_y, p_z: Componente forza di carico; m_{tor}: Componente momento di carico;

vento y+: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|-------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | pX = | 0 |
| | | | | | pY = | 90 |
| | | | | | pZ = | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

vento y-: Carico di area del dominio

| | Dominio | Direzione | Tipo | Nel foro | Comp. | Valore [daN/m ²] |
|--|---------|-----------|----------|----------|-------|---------------------------------|
| | 1 | Globale | Costante | no | pX = | 0 |
| | | | | | pY = | -90 |
| | | | | | pZ = | 0 |

Nel foro: Carichi consentiti sui fori; Comp.: Componente; Valore: Valore della componente di carico;

Casi di carico

| | <i>Nome</i> | <i>Gruppo</i> | <i>Tipo gruppo</i> | | <i>Nome</i> | <i>Gruppo</i> | <i>Tipo gruppo</i> |
|----|----------------|---------------|--------------------|----|-------------|---------------|--------------------|
| 1 | peso proprio | PERM1 | Permanente | 11 | SEISMIC01X | --- | --- |
| 2 | cancellata | PERM1 | Permanente | 12 | SEISMIC01Y | --- | --- |
| 3 | H2O +1.0m | VAR1 | accidentale | 13 | SEISMIC02X | --- | --- |
| 4 | vento y+ | VAR2 | accidentale | 14 | SEISMIC02Y | --- | --- |
| 5 | vento y- | VAR2 | accidentale | 15 | SEISMIC03X | --- | --- |
| 6 | rottura argine | VAR3 | accidentale | 16 | SEISMIC03Y | --- | --- |
| 7 | SEISMIC X | --- | --- | 17 | SEISMIC04X | --- | --- |
| 8 | SEISMIC Y | --- | --- | 18 | SEISMIC04Y | --- | --- |
| 9 | SEISMIC + | SISM | sismico | 19 | SEISMIC05X | --- | --- |
| 10 | SEISMIC - | SISM | sismico | 20 | SEISMIC05Y | --- | --- |

Nome: Nome caso di carico; Gruppo: Gruppo di carico; Tipo gruppo: Tipo gruppo di carico;

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|---|--------------------|
| 1 | [peso proprio+cancellata] | SLU |
| 2 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} | SLU |
| 3 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (0,9*vento y+) | SLU |
| 4 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (0,9*vento y-) | SLU |
| 5 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine) | SLU |
| 6 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (0,9*vento y++rottura argine) | SLU |
| 7 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine+0,9*vento y-) | SLU |
| 8 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y+} | SLU |
| 9 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m) | SLU |
| 10 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y+} (rottura argine) | SLU |
| 11 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 12 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y-} | SLU |
| 13 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m) | SLU |
| 14 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y-} (rottura argine) | SLU |
| 15 | [peso proprio+cancellata] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 16 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} | SLU |
| 17 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m) | SLU |
| 18 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (0,9*vento y+) | SLU |
| 19 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y+) | SLU |
| 20 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (0,9*vento y-) | SLU |
| 21 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y-) | SLU |
| 22 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] | SLU |
| 23 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {H2O +1.0m} | SLU |
| 24 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {H2O +1.0m} (0,9*vento y+) | SLU |
| 25 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {H2O +1.0m} (0,9*vento y-) | SLU |
| 26 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine) | SLU |
| 27 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {H2O +1.0m} (0,9*vento y++rottura argine) | SLU |
| 28 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine+0,9*vento y-) | SLU |
| 29 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y+} | SLU |
| 30 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m) | SLU |
| 31 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y+} (rottura argine) | SLU |
| 32 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 33 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y-} | SLU |
| 34 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m) | SLU |
| 35 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y-} (rottura argine) | SLU |
| 36 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {1,5*vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLU |
| 37 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {rottura argine} | SLU |
| 38 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m) | SLU |
| 39 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {rottura argine} (0,9*vento y+) | SLU |
| 40 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y+) | SLU |
| 41 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {rottura argine} (0,9*vento y-) | SLU |
| 42 | [1,3*peso proprio+1,3*cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,9*vento y-) | SLU |
| 43 | [peso proprio+cancellata] {SEISMIC +} | SLU (sismico) |
| 44 | [peso proprio+cancellata] {SEISMIC -} | SLU (sismico) |
| 45 | [peso proprio+cancellata] | SLE Caratteristica |
| 46 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} | SLE Caratteristica |
| 47 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (0,6*vento y+) | SLE Caratteristica |
| 48 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 49 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 50 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (0,6*vento y++rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 51 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine+0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 52 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} | SLE Caratteristica |
| 53 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 54 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (rottura argine) | SLE Caratteristica |

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|-----|---|---------------------|
| 55 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 56 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} | SLE Caratteristica |
| 57 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 58 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 59 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | SLE Caratteristica |
| 60 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} | SLE Caratteristica |
| 61 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 62 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (0,6*vento y+) | SLE Caratteristica |
| 63 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,6*vento y+) | SLE Caratteristica |
| 64 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 65 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+0,6*vento y-) | SLE Caratteristica |
| 66 | [peso proprio+cancellata] | SLE Frequente |
| 67 | [peso proprio+cancellata] | SLE Frequente |
| 68 | [peso proprio+cancellata] {0,2*vento y+} | SLE Frequente |
| 69 | [peso proprio+cancellata] {0,2*vento y-} | SLE Frequente |
| 70 | [peso proprio+cancellata] | SLE Frequente |
| 71 | [peso proprio+cancellata] | SLE Quasipermanente |
| 72 | [peso proprio+cancellata] | A1 |
| 73 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} | A1 |
| 74 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} {vento y+} | A1 |
| 75 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} {vento y-} | A1 |
| 76 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine) | A1 |
| 77 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (vento y++rottura argine) | A1 |
| 78 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine+vento y-) | A1 |
| 79 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} | A1 |
| 80 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m) | A1 |
| 81 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (rottura argine) | A1 |
| 82 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 83 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} | A1 |
| 84 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m) | A1 |
| 85 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (rottura argine) | A1 |
| 86 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 87 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} | A1 |
| 88 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m) | A1 |
| 89 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (vento y+) | A1 |
| 90 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y+) | A1 |
| 91 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (vento y-) | A1 |
| 92 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y-) | A1 |
| 93 | [peso proprio+cancellata] | A1 |
| 94 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} | A1 |
| 95 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} {vento y+} | A1 |
| 96 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} {vento y-} | A1 |
| 97 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine) | A1 |
| 98 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (vento y++rottura argine) | A1 |
| 99 | [peso proprio+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine+vento y-) | A1 |
| 100 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} | A1 |
| 101 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m) | A1 |
| 102 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (rottura argine) | A1 |
| 103 | [peso proprio+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 104 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} | A1 |
| 105 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m) | A1 |
| 106 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (rottura argine) | A1 |
| 107 | [peso proprio+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | A1 |
| 108 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} | A1 |

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|-----|---|------|
| 109 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m) | A1 |
| 110 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (vento y+) | A1 |
| 111 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y+) | A1 |
| 112 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (vento y-) | A1 |
| 113 | [peso proprio+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y-) | A1 |
| 114 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] | A2 |
| 115 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {H2O +1.0m} | A2 |
| 116 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {H2O +1.0m} (vento y+) | A2 |
| 117 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {H2O +1.0m} (vento y-) | A2 |
| 118 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine) | A2 |
| 119 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {H2O +1.0m} (vento y++rottura argine) | A2 |
| 120 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {H2O +1.0m} (rottura argine+vento y-) | A2 |
| 121 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y+} | A2 |
| 122 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m) | A2 |
| 123 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y+} (rottura argine) | A2 |
| 124 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y+} (H2O +1.0m+rottura argine) | A2 |
| 125 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y-} | A2 |
| 126 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m) | A2 |
| 127 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y-} (rottura argine) | A2 |
| 128 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {vento y-} (H2O +1.0m+rottura argine) | A2 |
| 129 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {rottura argine} | A2 |
| 130 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m) | A2 |
| 131 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {rottura argine} (vento y+) | A2 |
| 132 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y+) | A2 |
| 133 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {rottura argine} (vento y-) | A2 |
| 134 | [peso proprio+peso proprio+cancellata+cancellata] {rottura argine} (H2O +1.0m+vento y-) | A2 |

Tipo: Tipo di combinazione;

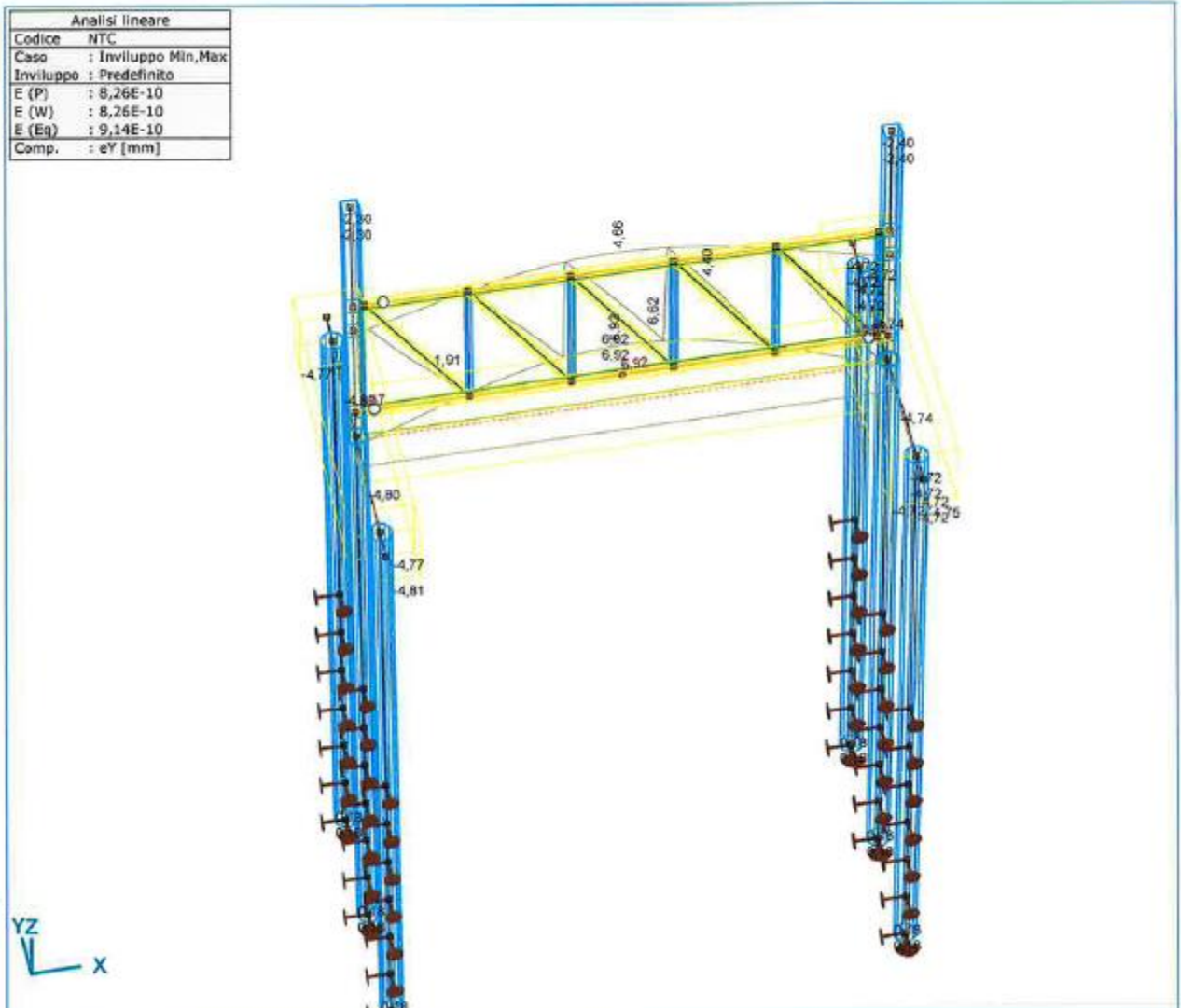


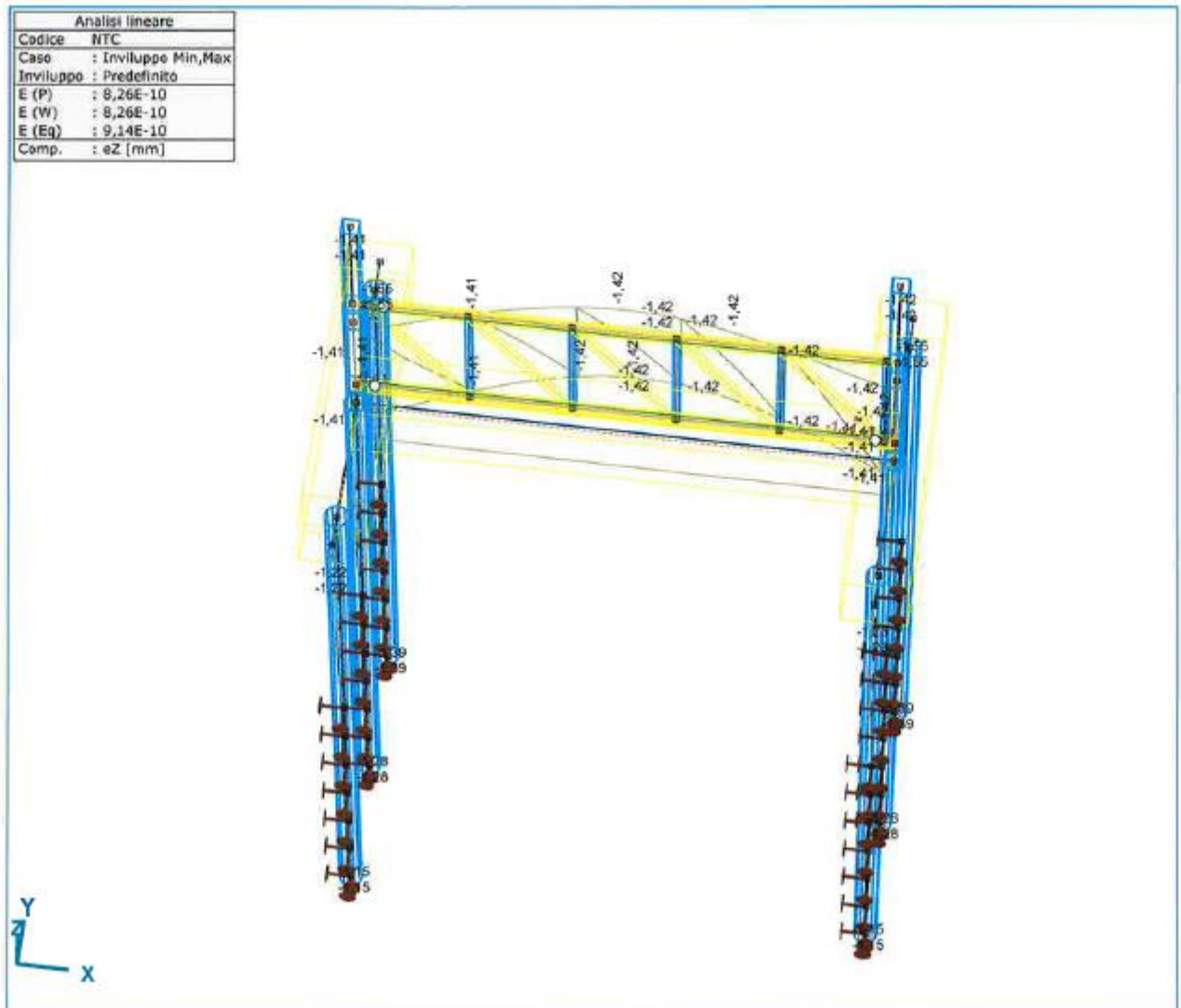
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

CEDIMENTI

E_y , E_z





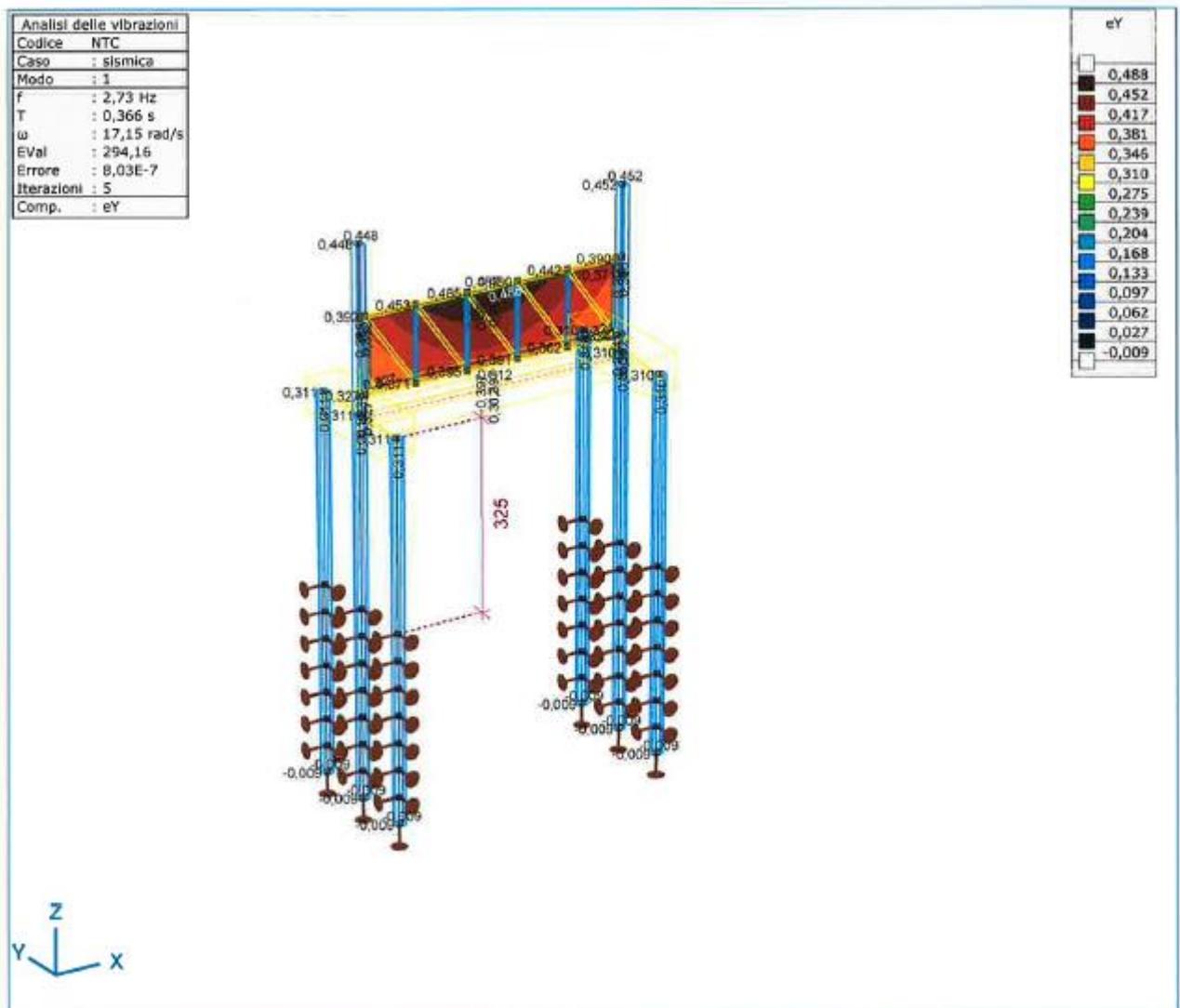


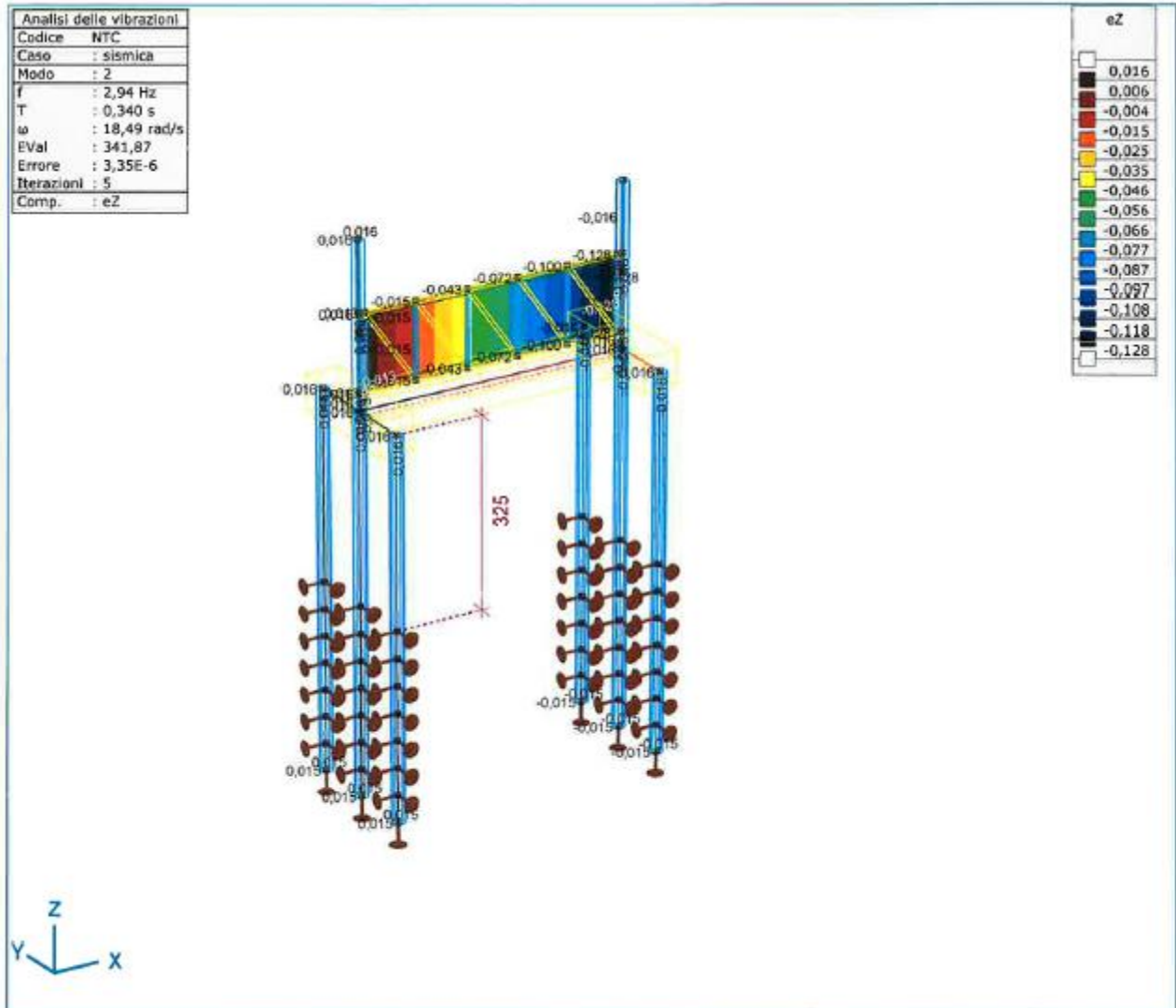
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

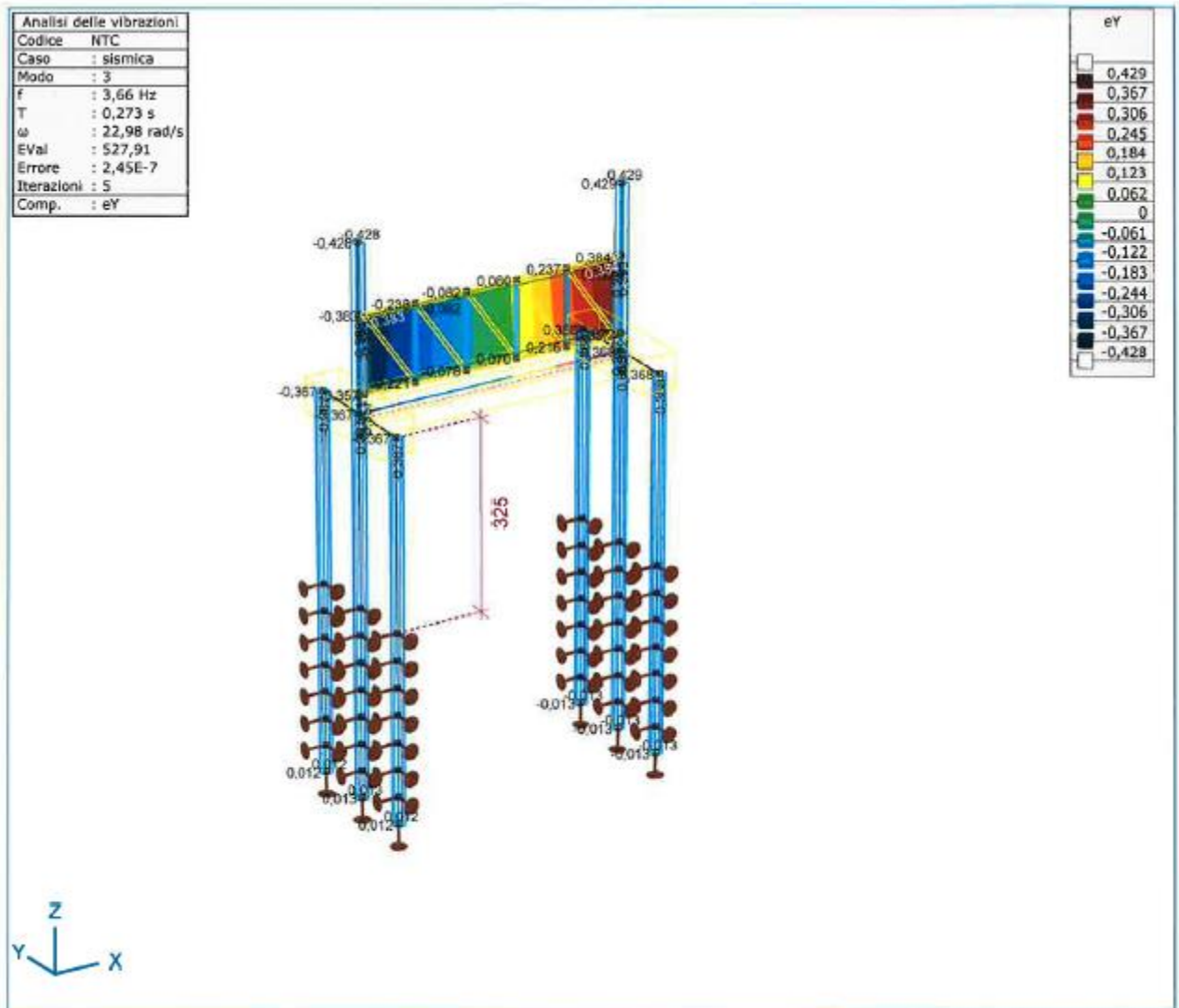
Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

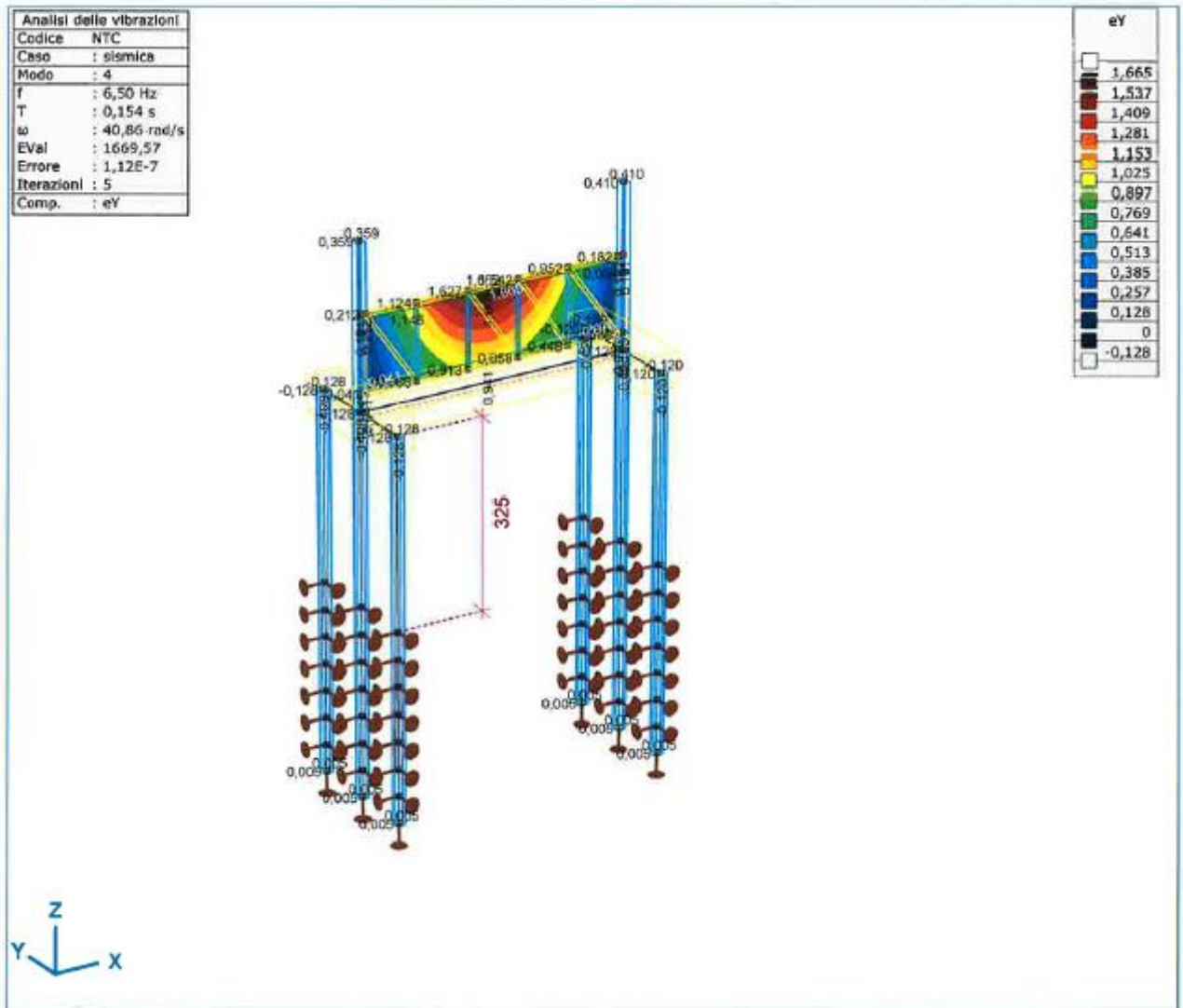


VIBRAZIONI









Massa partecipante per ogni modo (I.) [sismica]

| | $f [Hz]$ | ε_X | ε_Y | ε_Z | Attivo |
|-----|----------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| 1 | 2,73 | 0 | 0,912 | 0 | 1 |
| 2 | 2,94 | 0,924 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 3,66 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 6,50 | 0 | 0,011 | 0 | 1 |
| 5 | 11,00 | 0,001 | 0 | 0 | 1 |
| 5/5 | | 0,925 | 0,923 | 0 | 0 |

f: Frequenza; ε_X : Coefficiente di equivalenza sismica in direzione X; ε_Y : Coefficiente di equivalenza sismica in Direzione Y; ε_Z : Coefficiente di equivalenza sismica in direzione Z;
Attivo: Utilizzare l'analisi modale per la generazione dei carichi sismici;

SOLLECITAZIONI

N_x = Azioni assiali in direzione X

N_y = Azioni assiali in direzione Y

M_z = Momenti flettenti in direzione Z

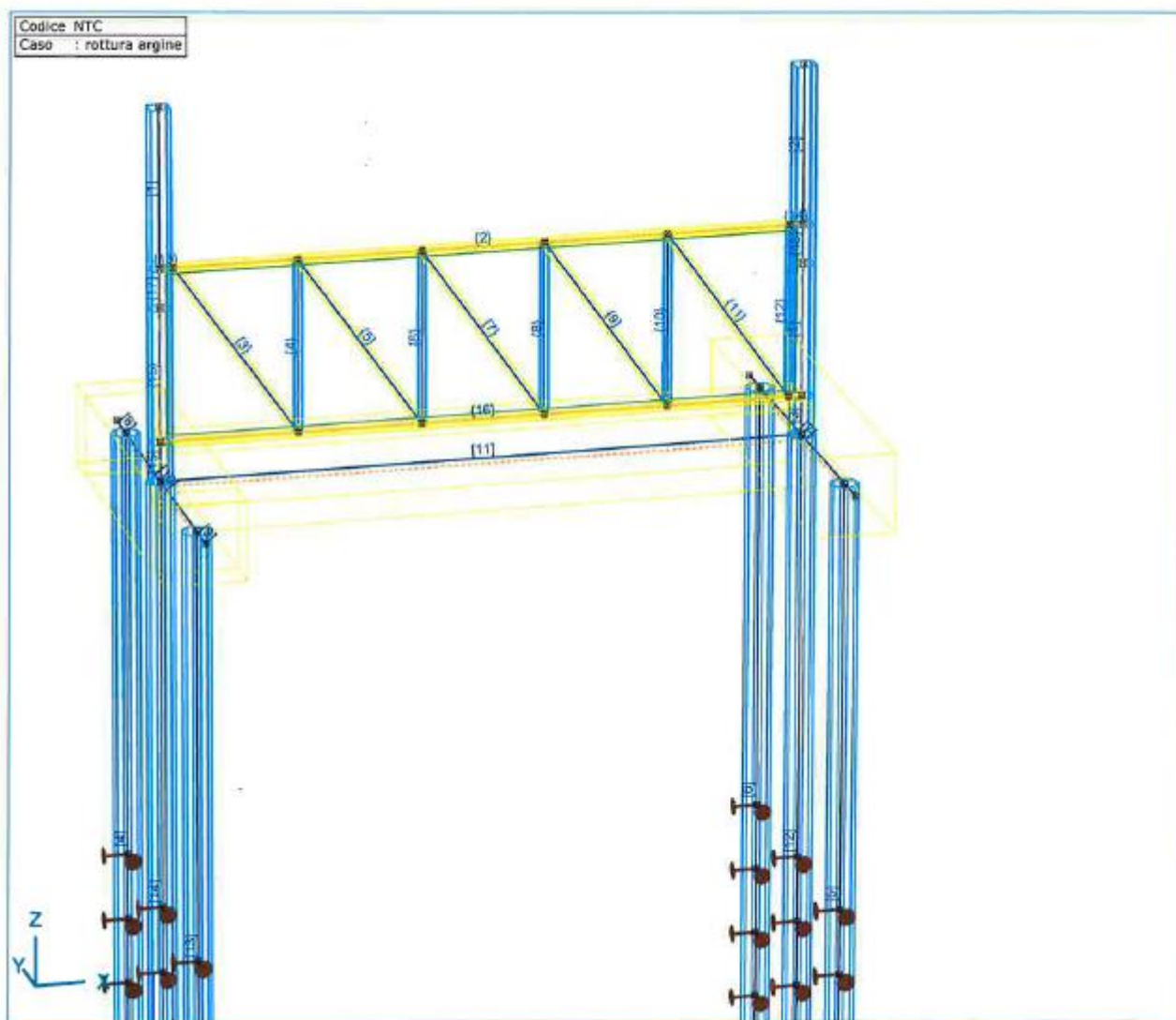
M_y = Momenti flettenti in direzione Y

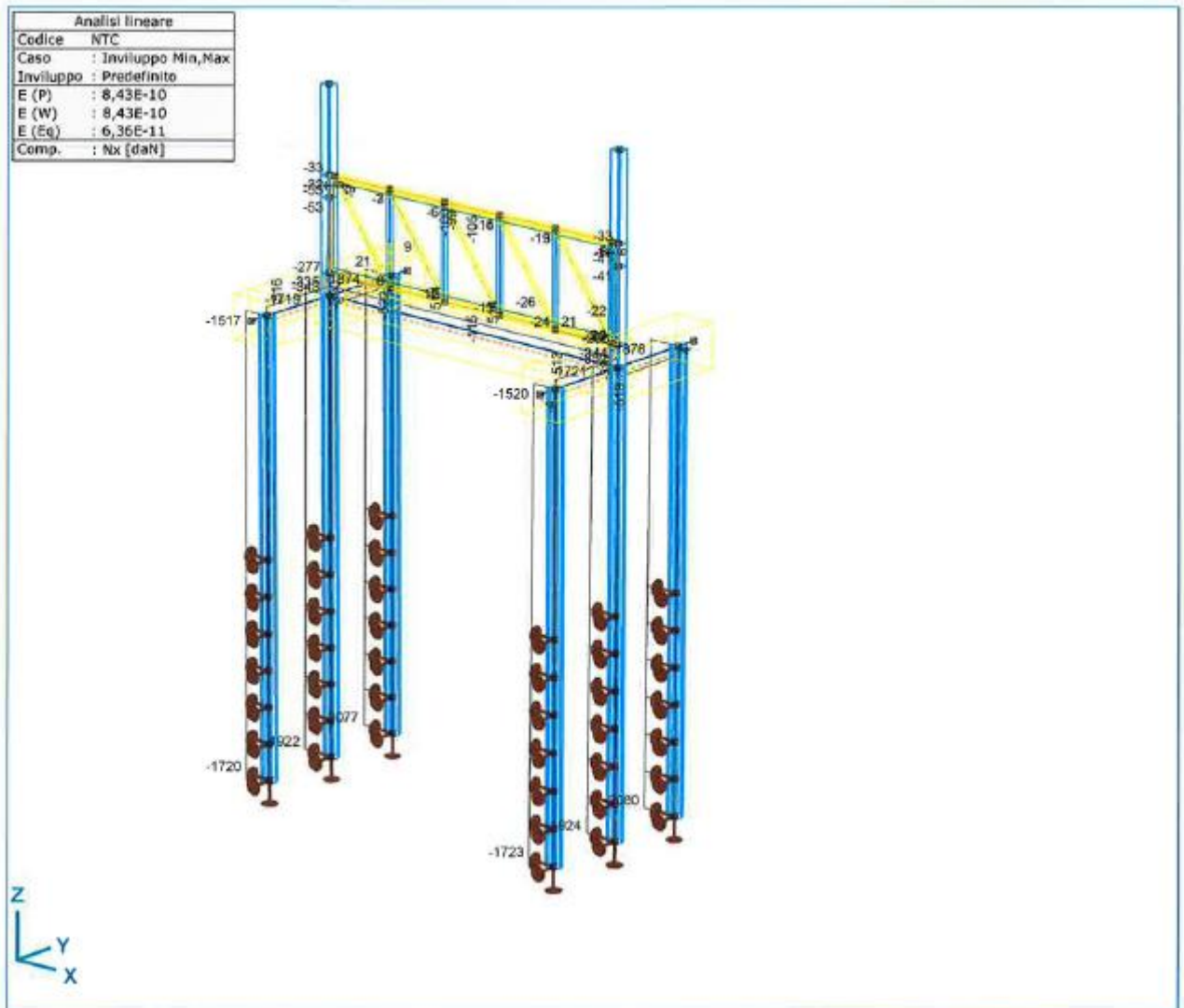
V_y = Azioni taglianti in direzione Y

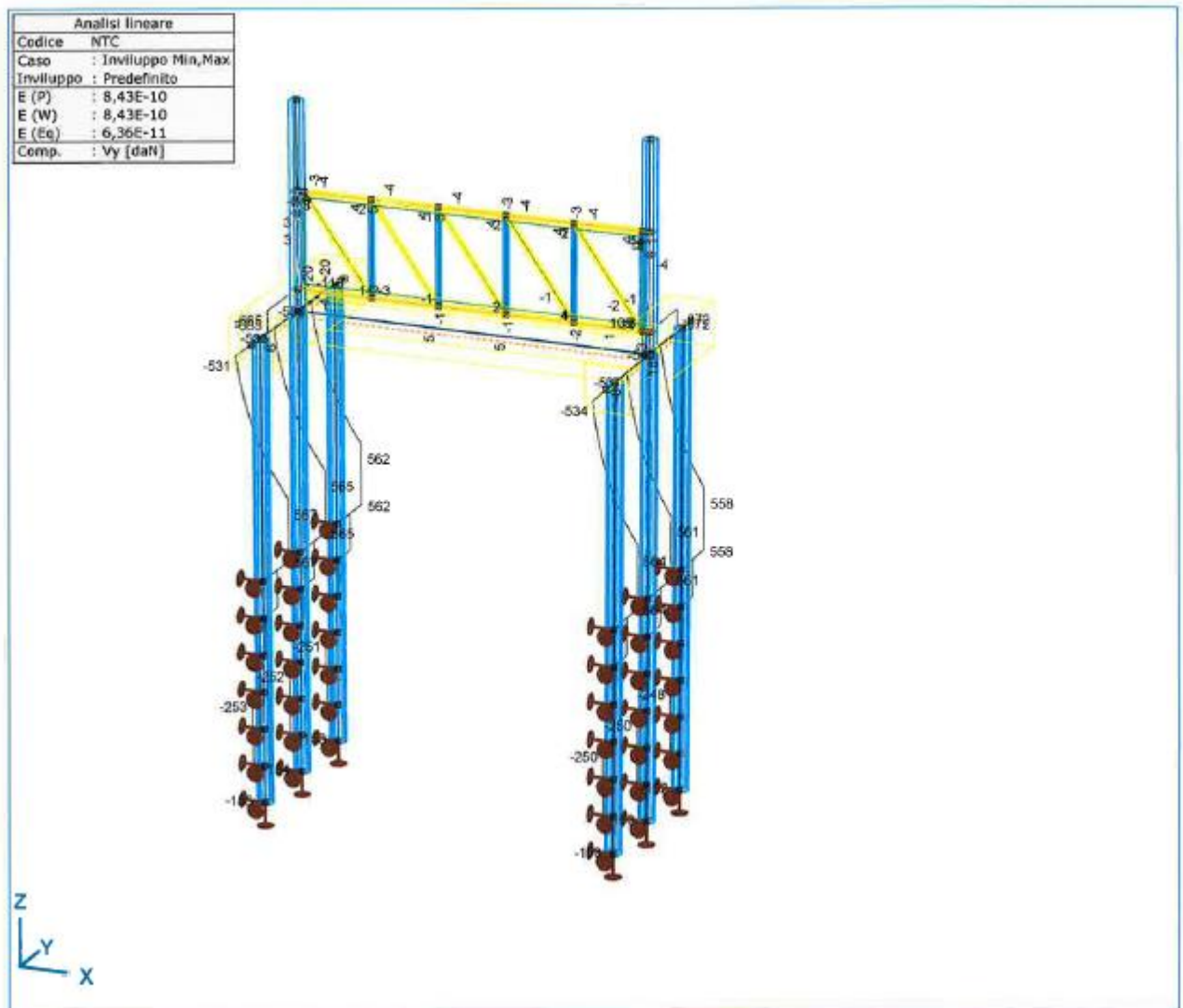
V_z = Azioni taglianti in direzione Z

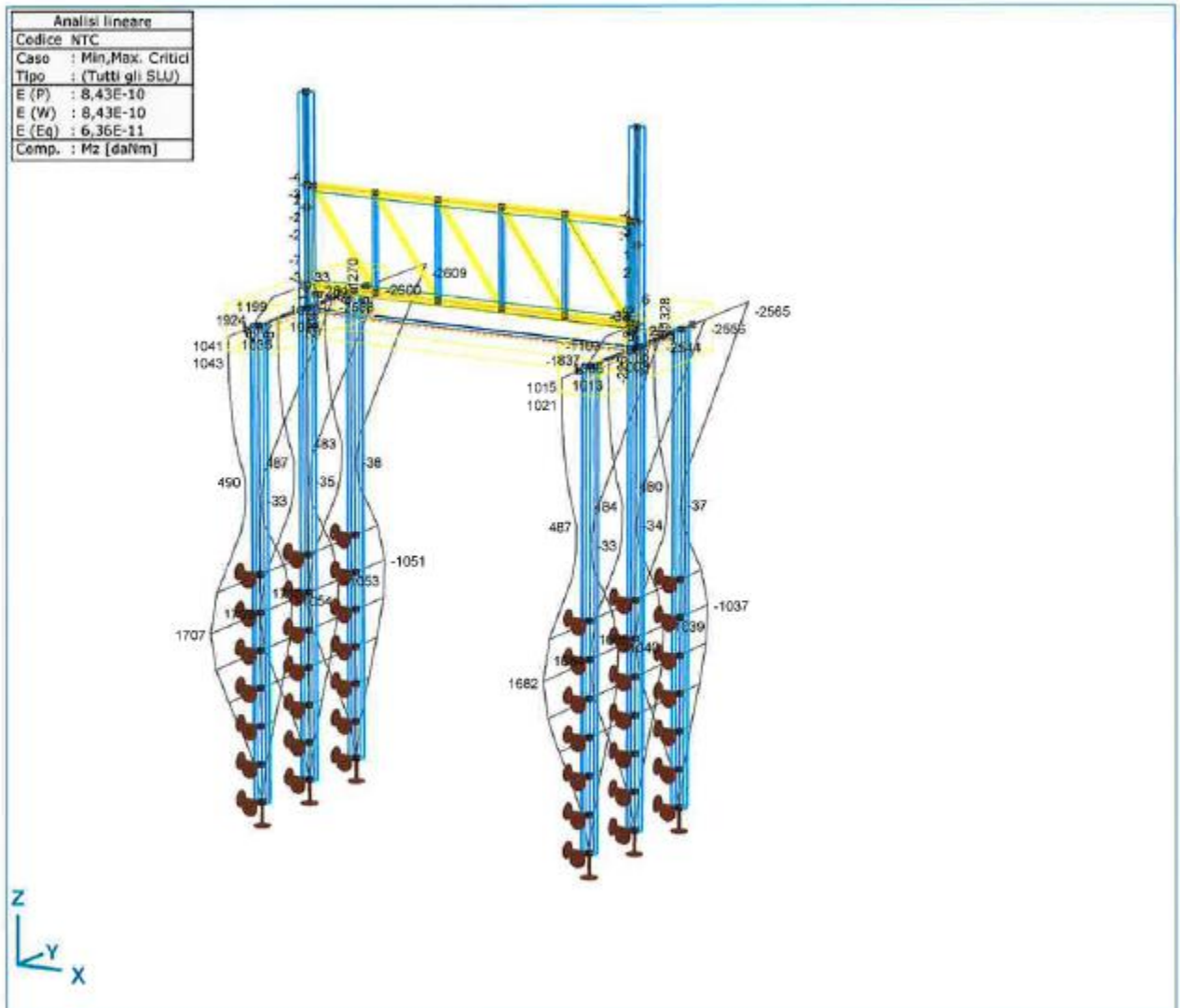
R_y = Reazioni vincolari in direzione Y

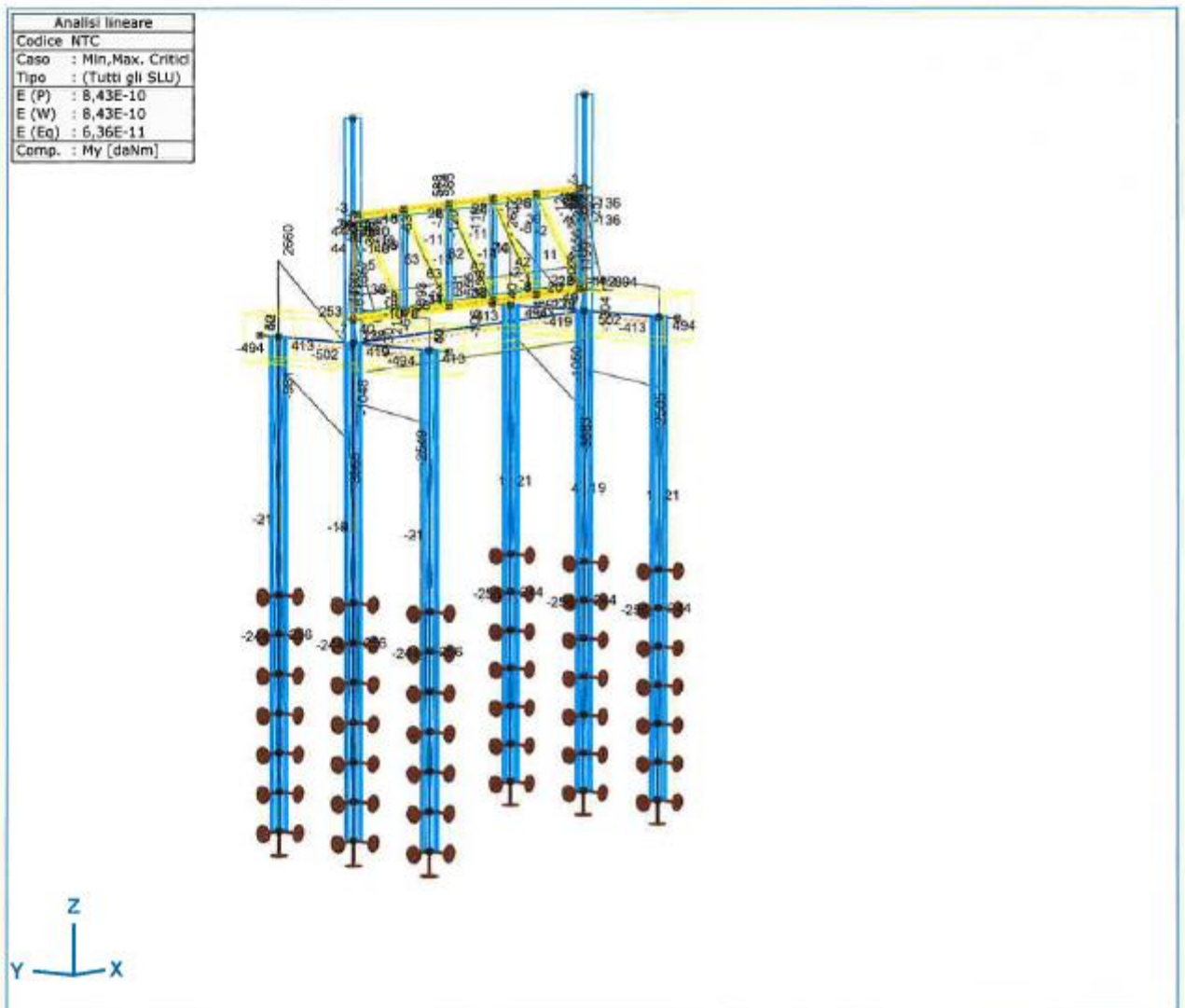
R_z = Reazioni vincolari in direzione Z

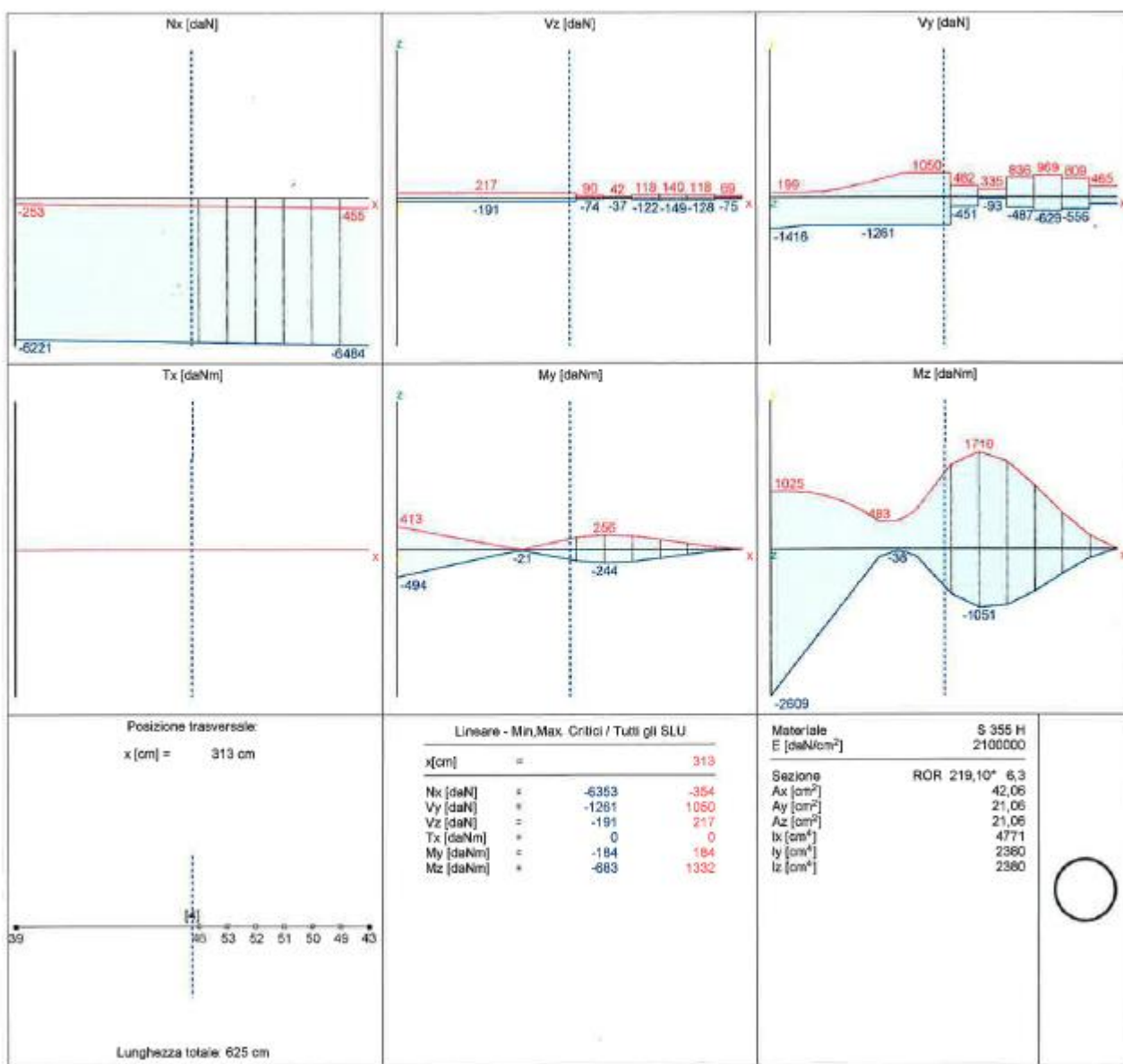


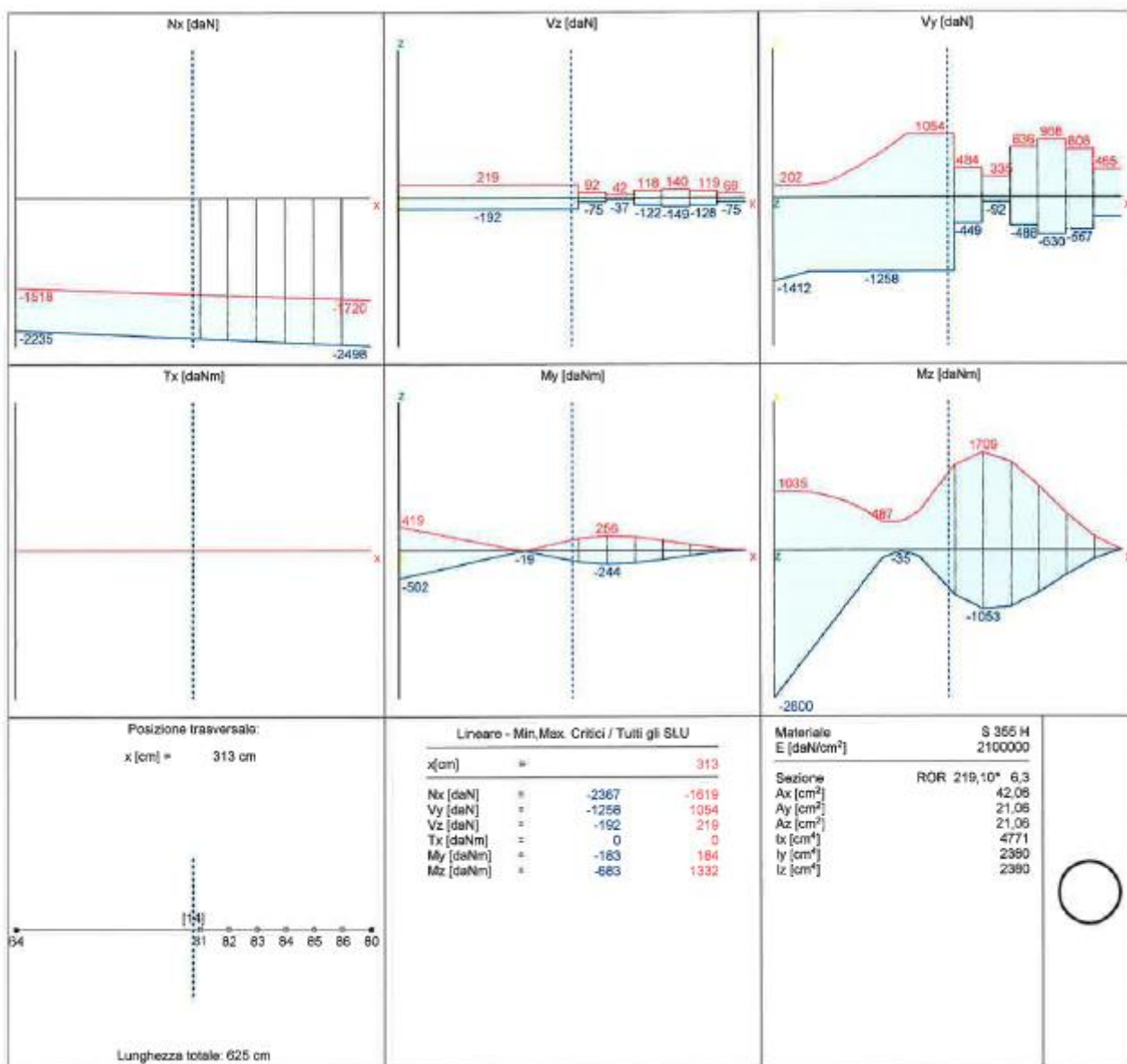


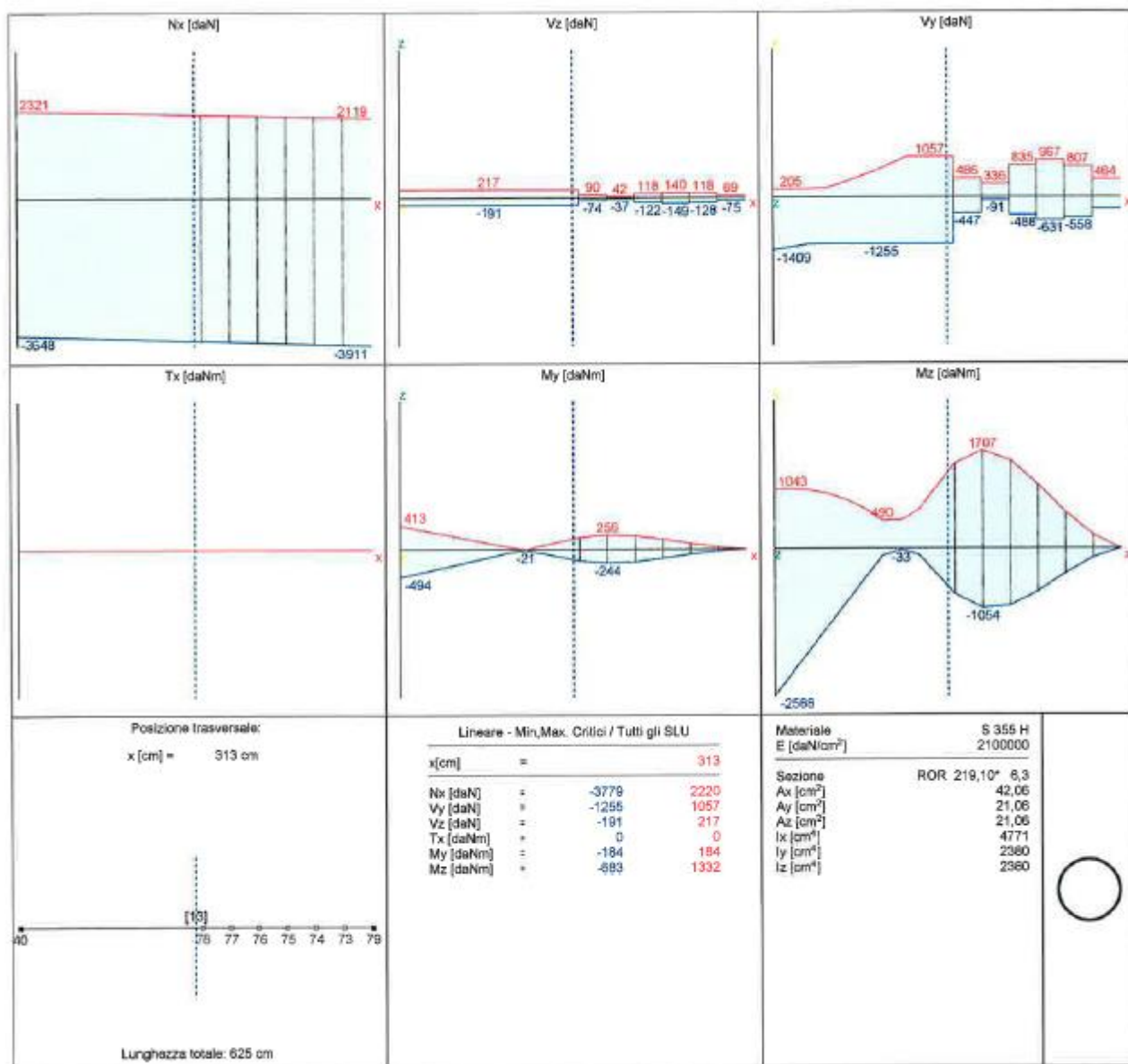


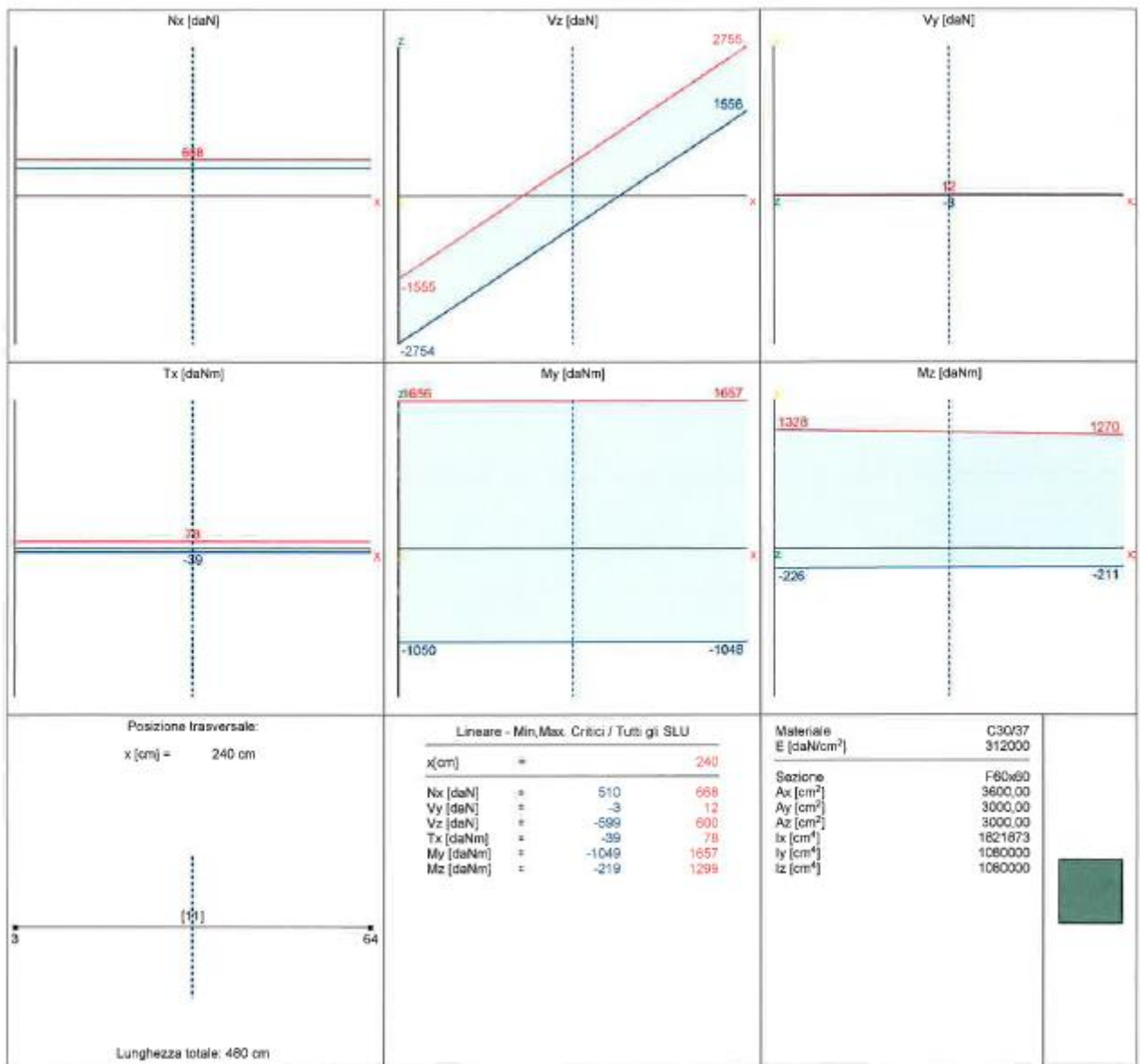


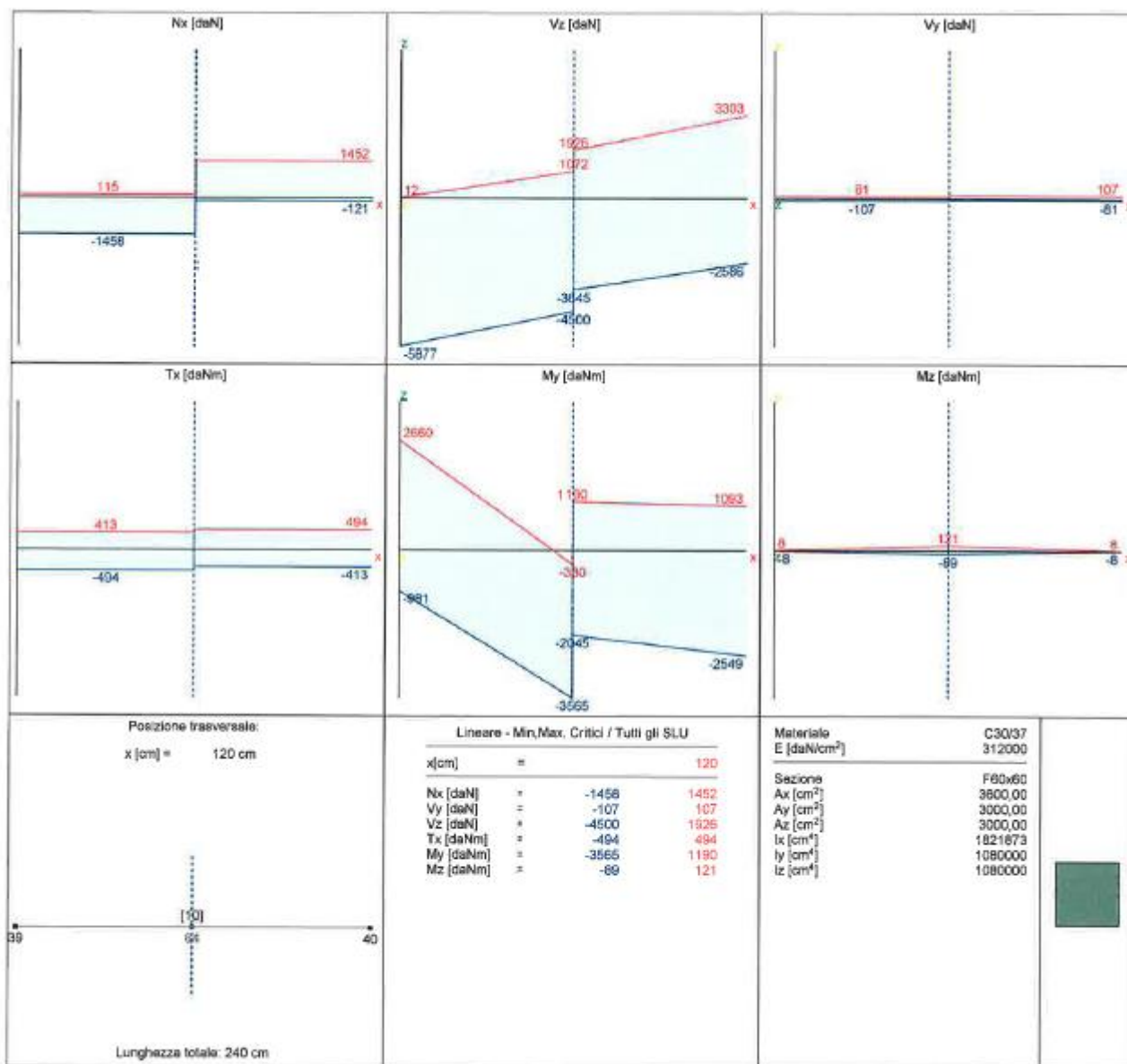


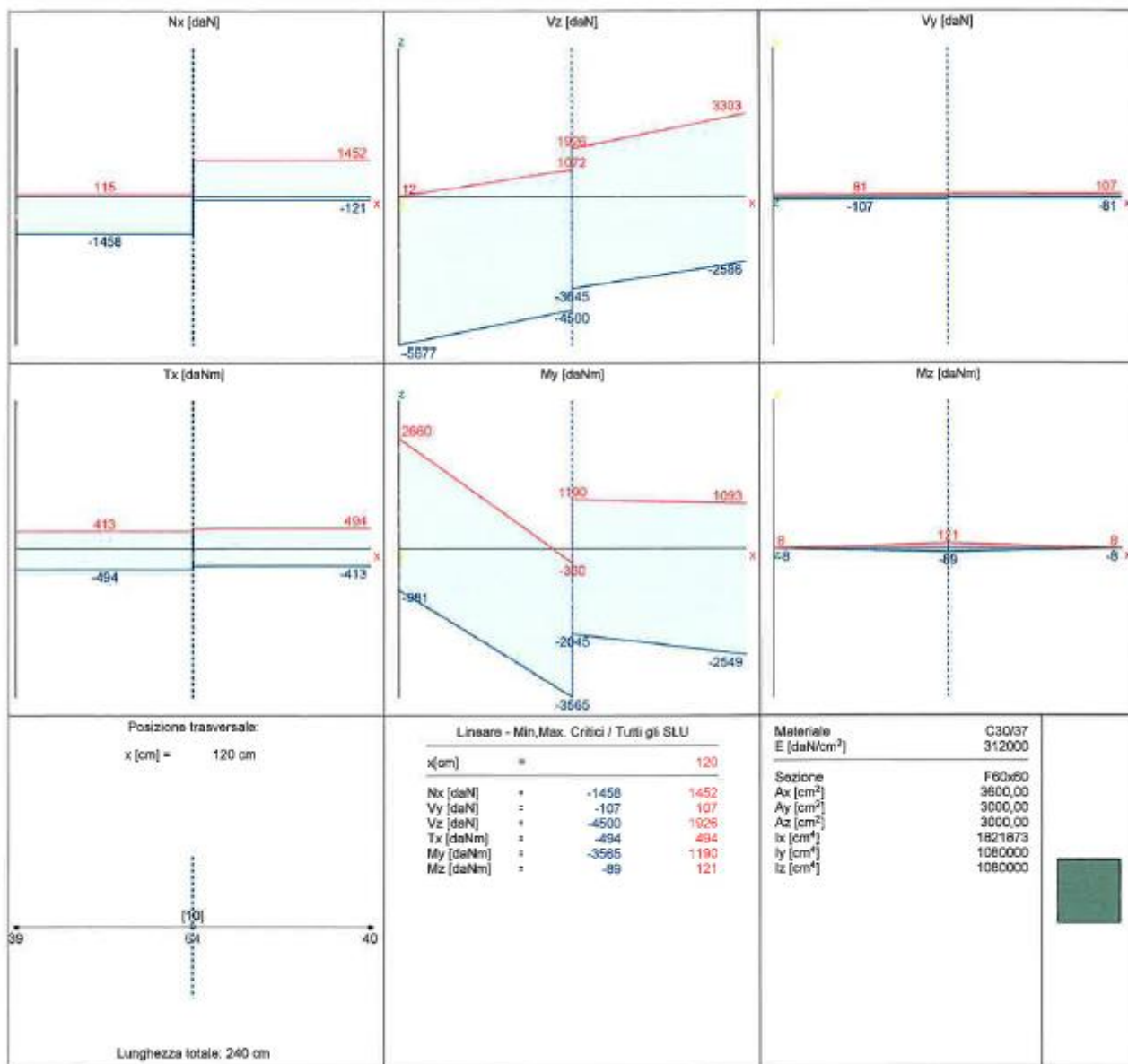


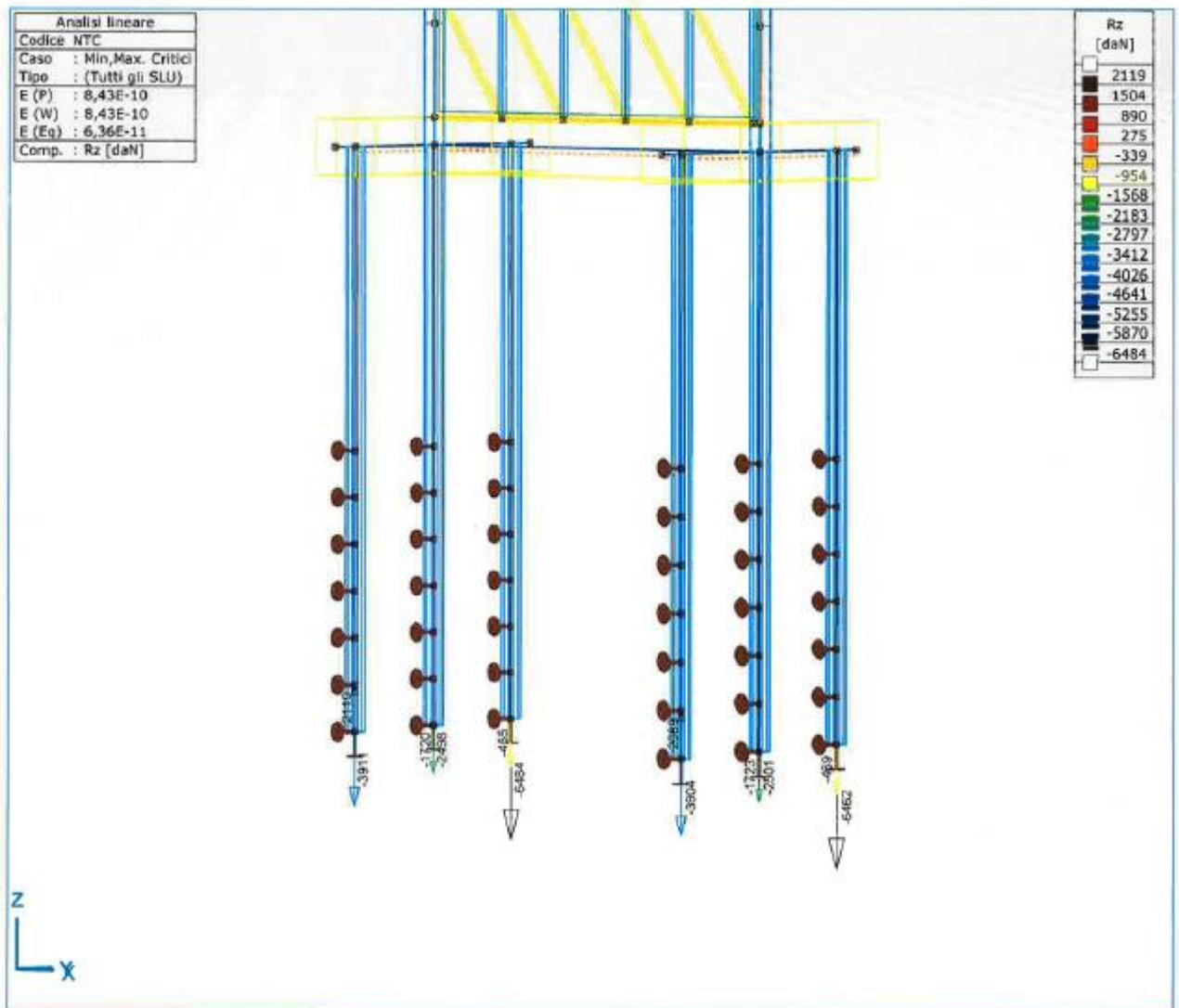


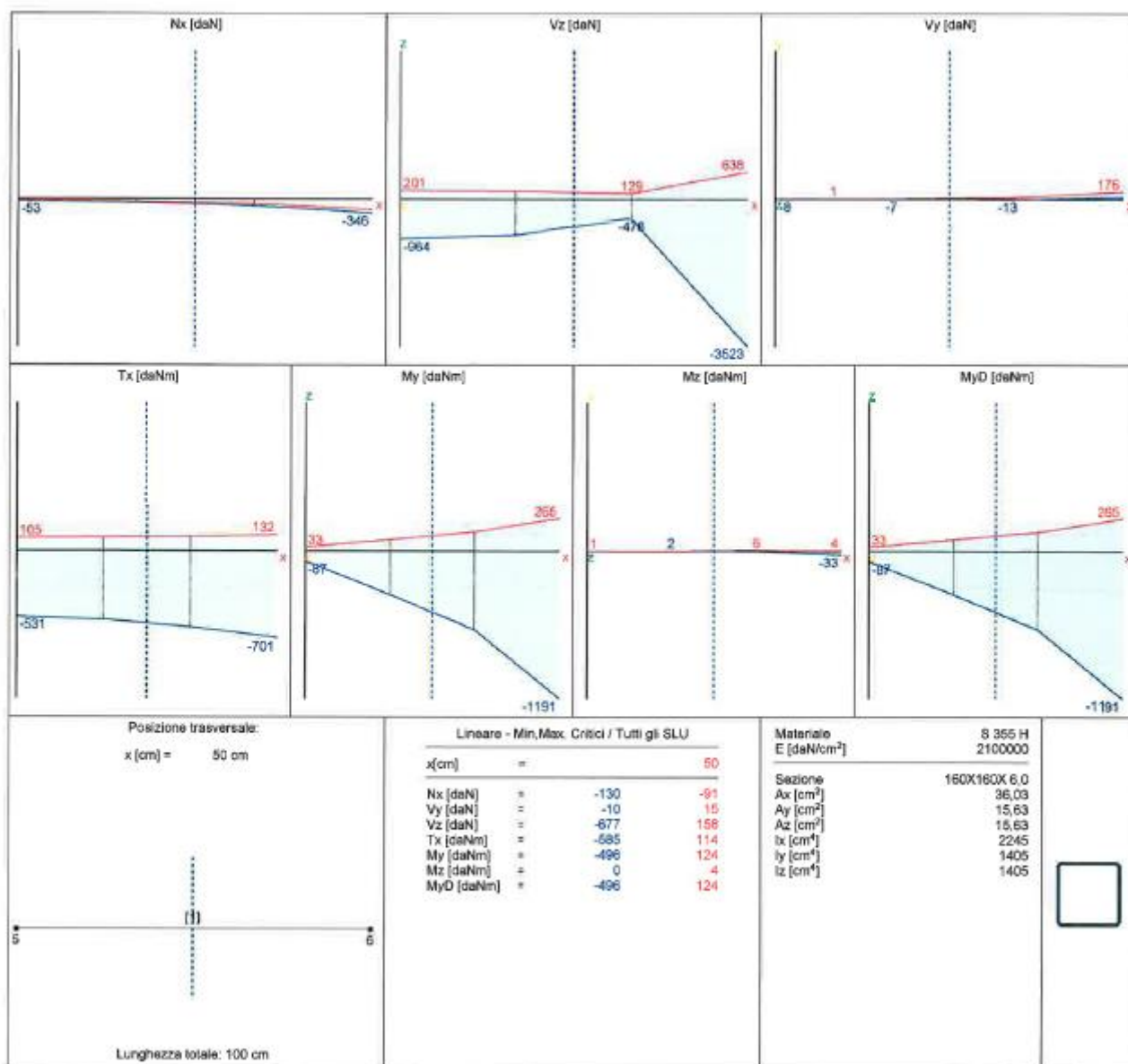


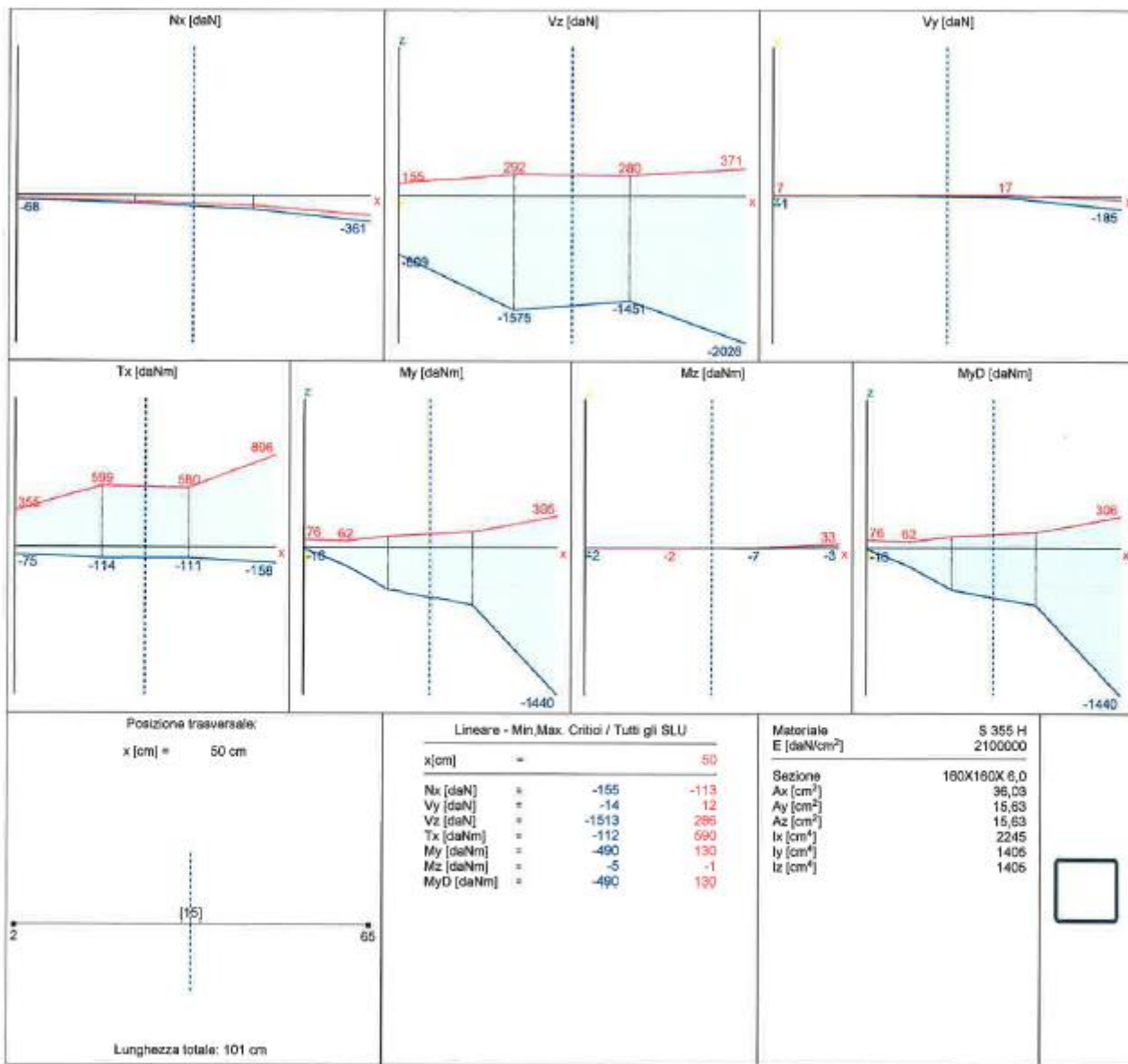


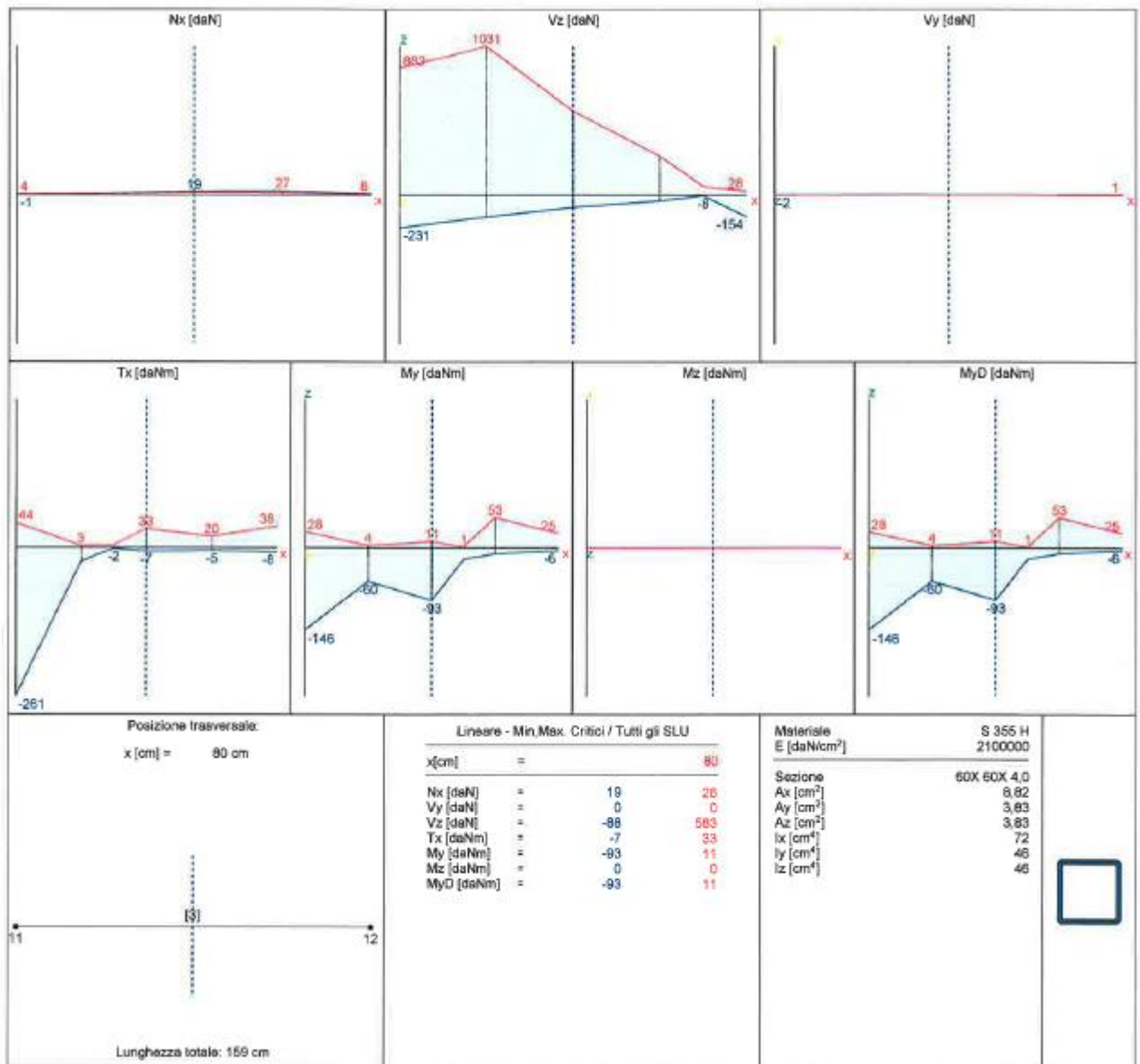


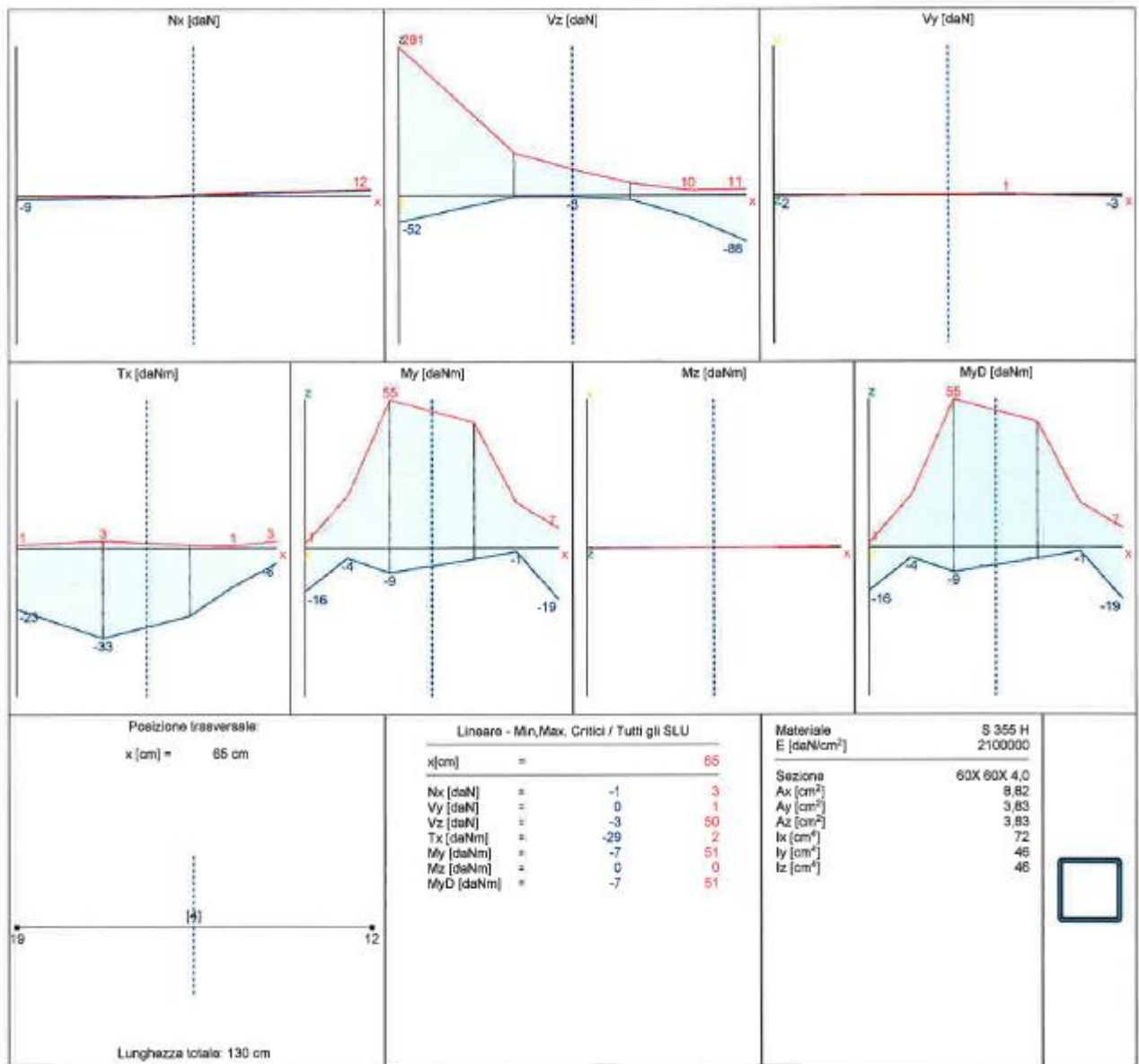


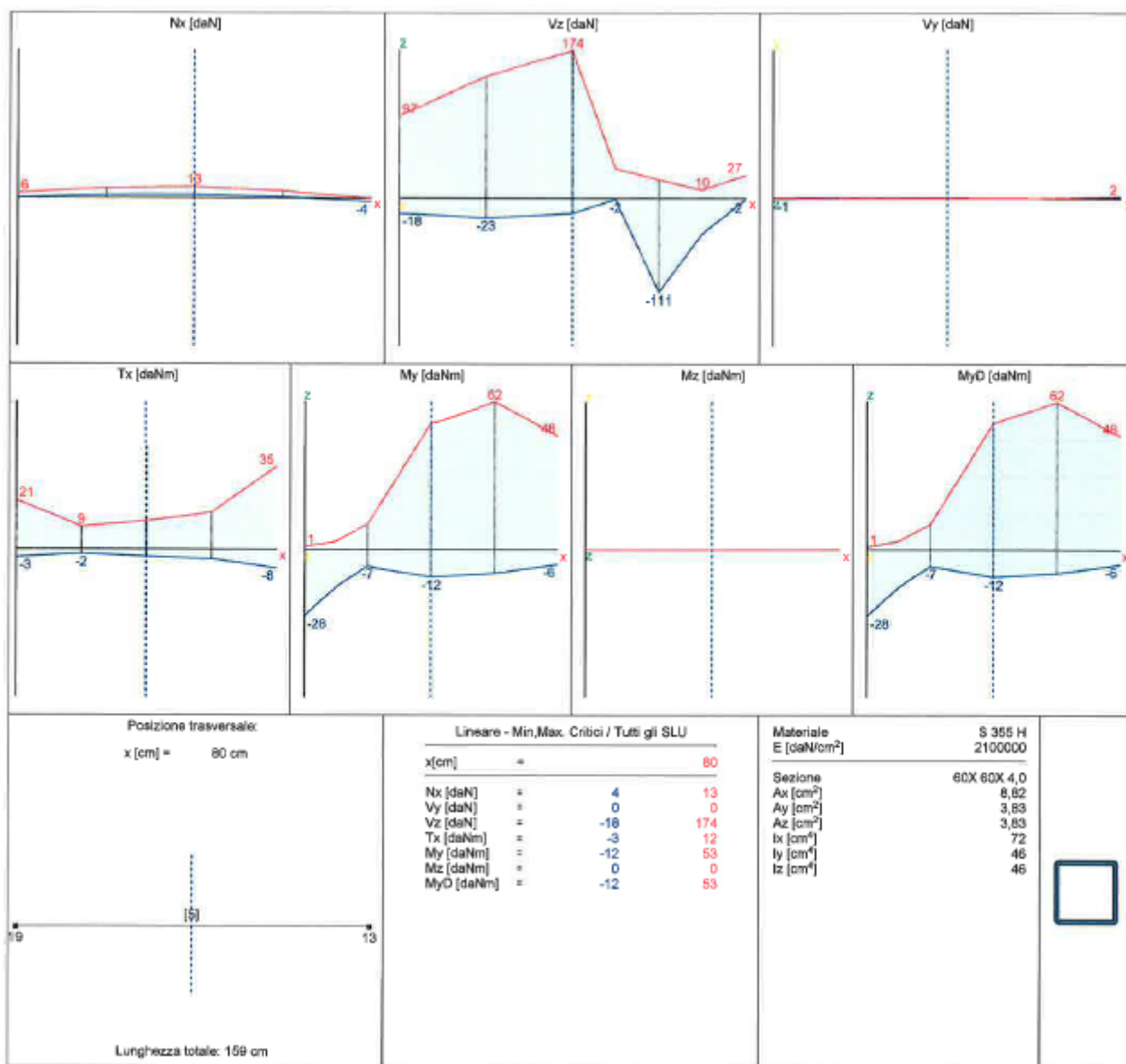


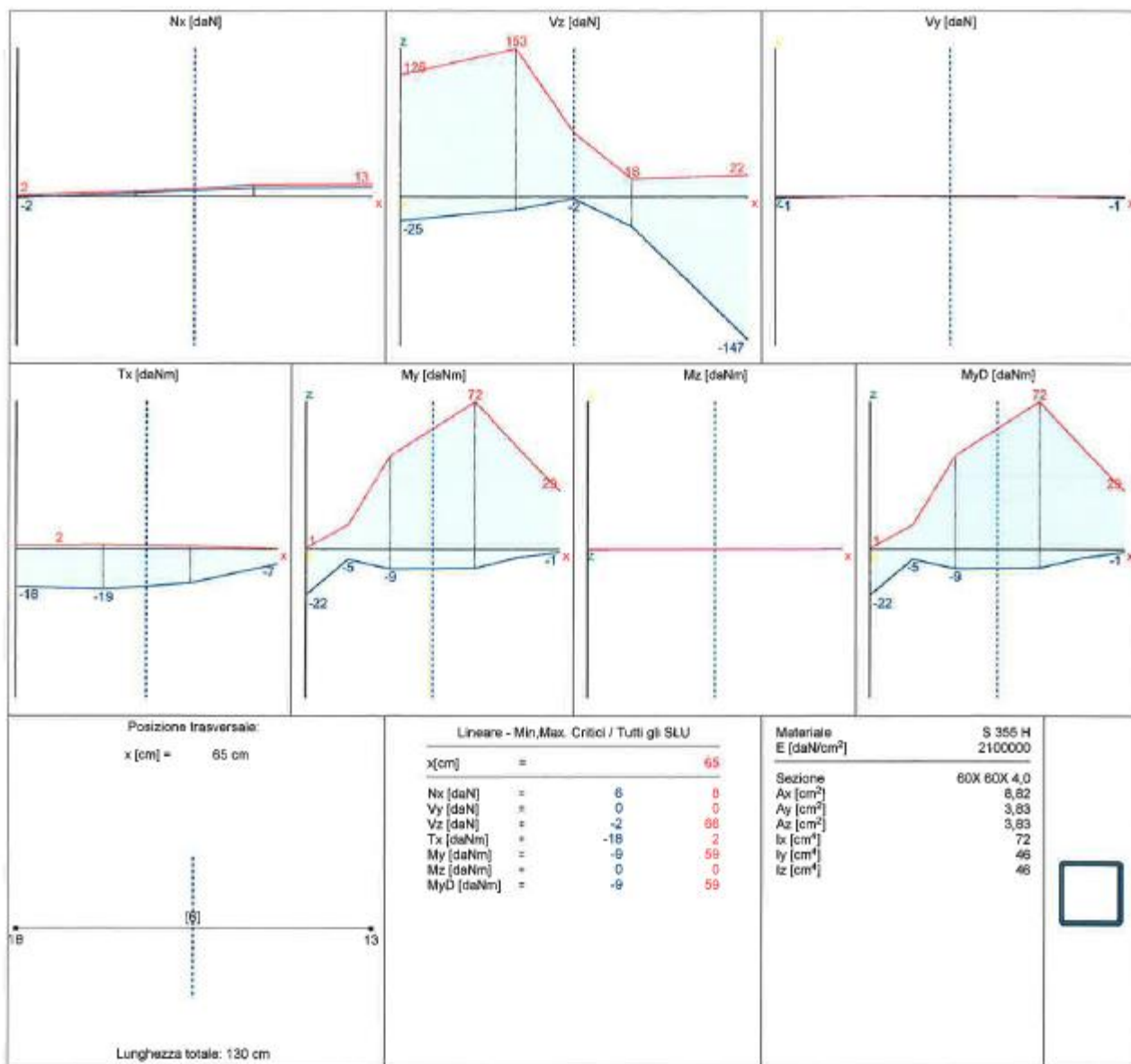


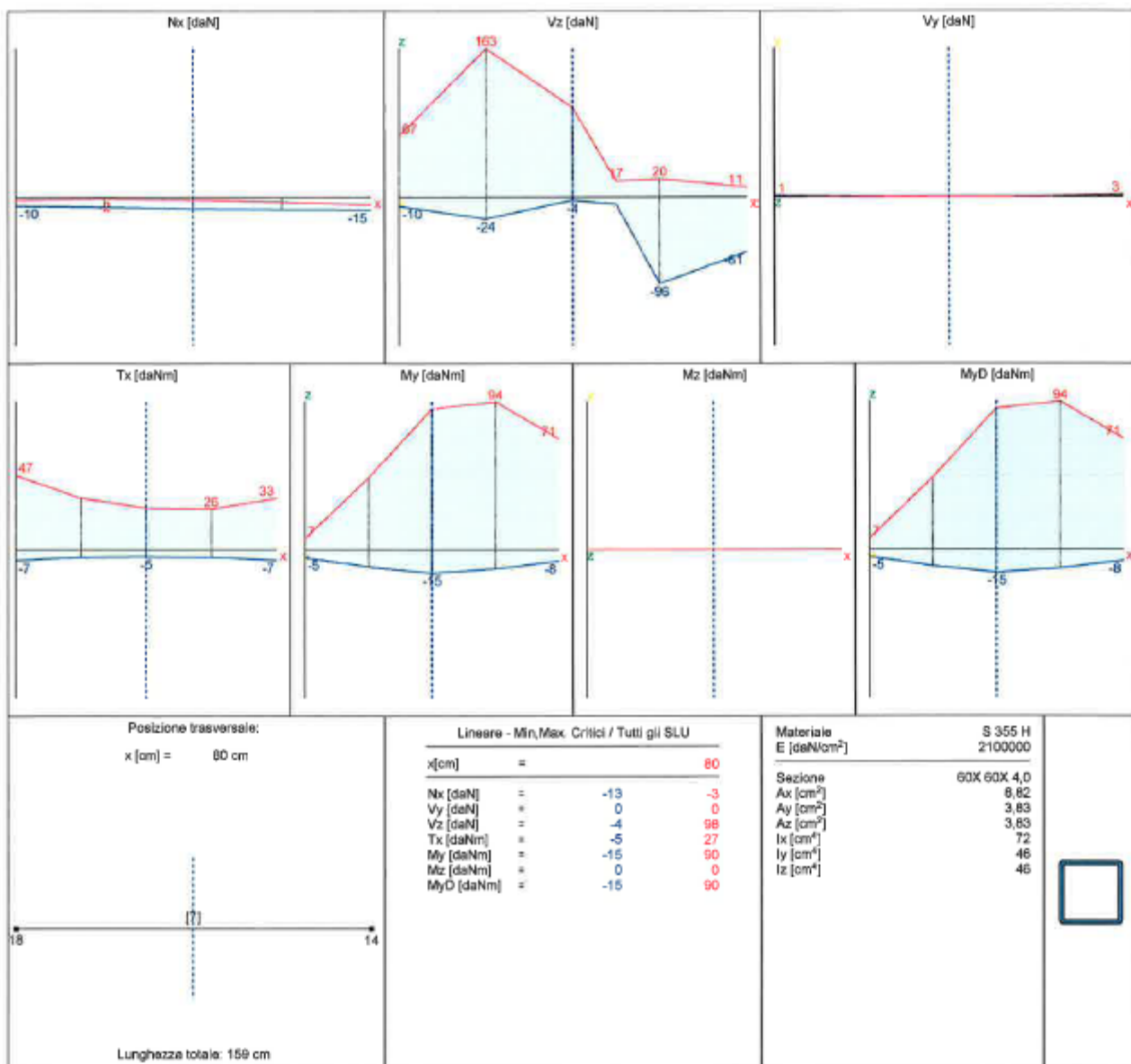


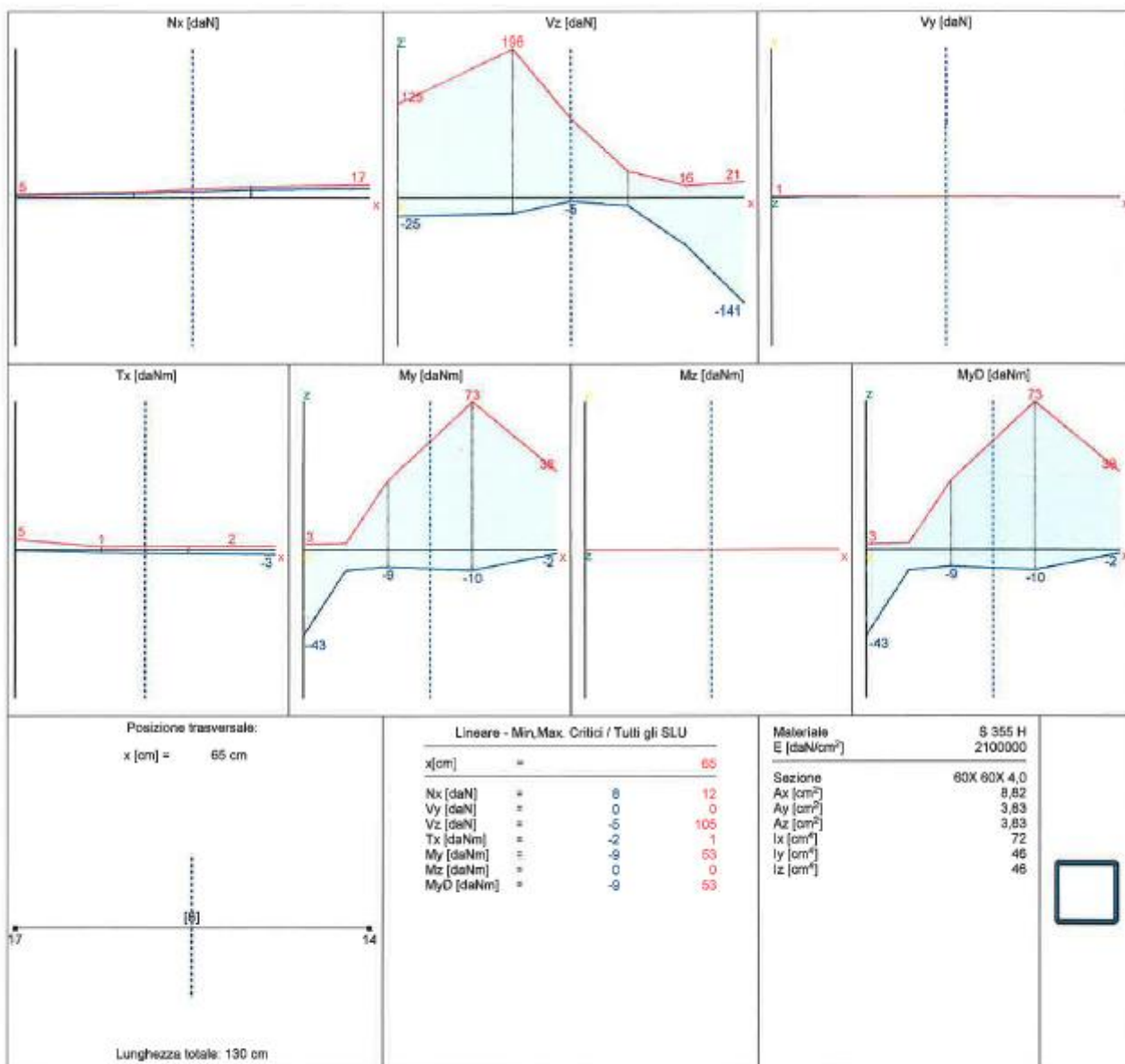


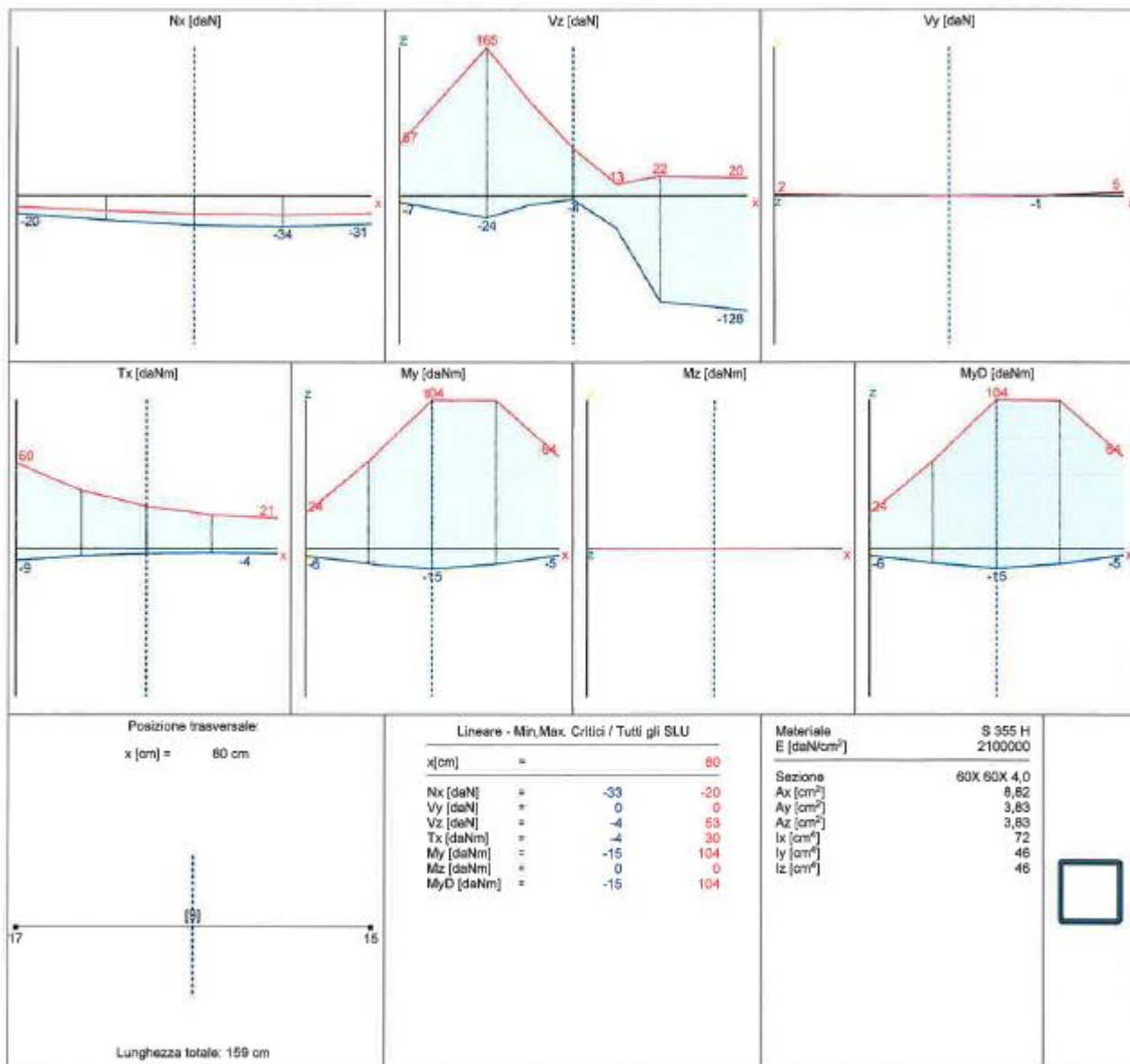


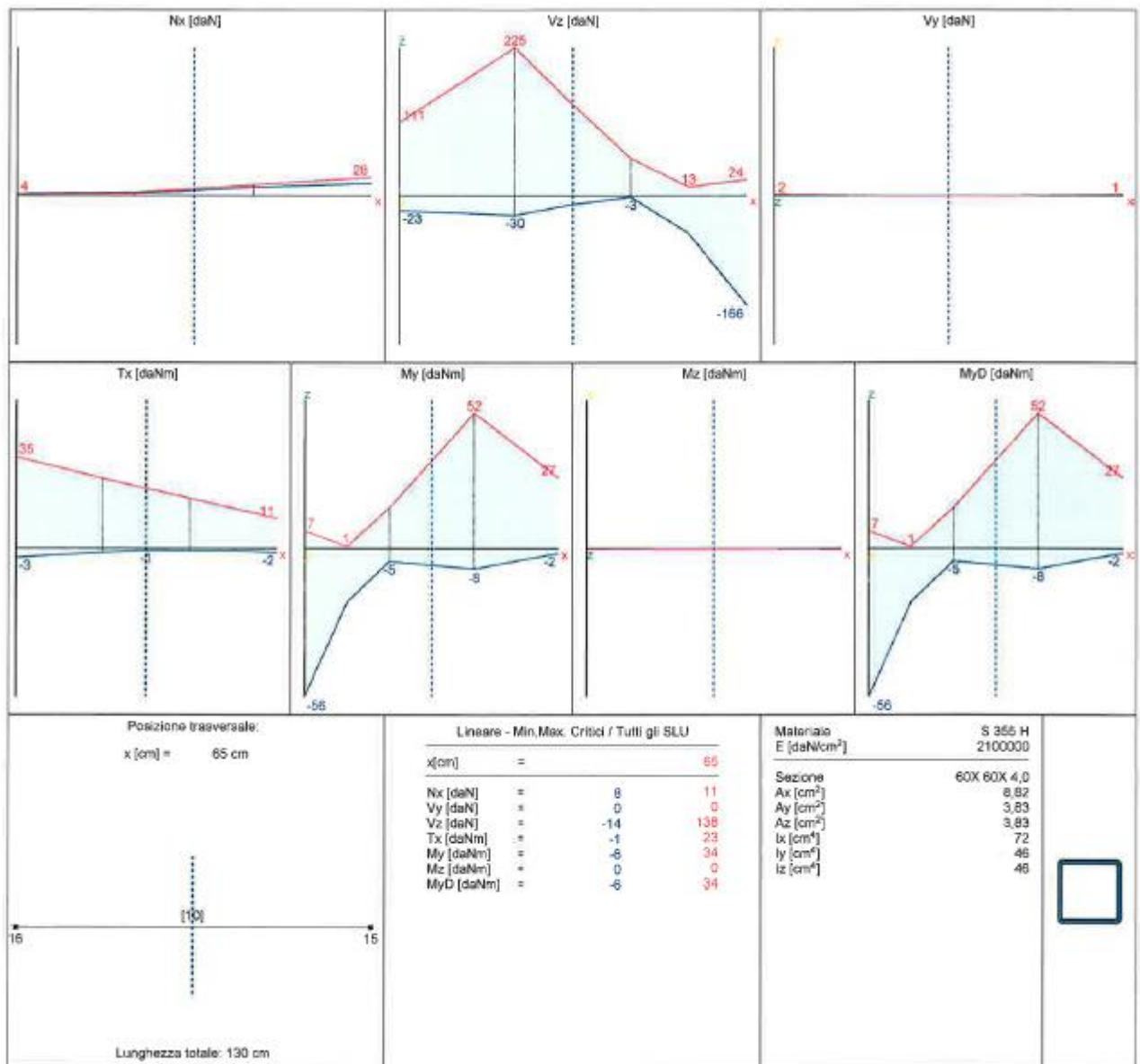


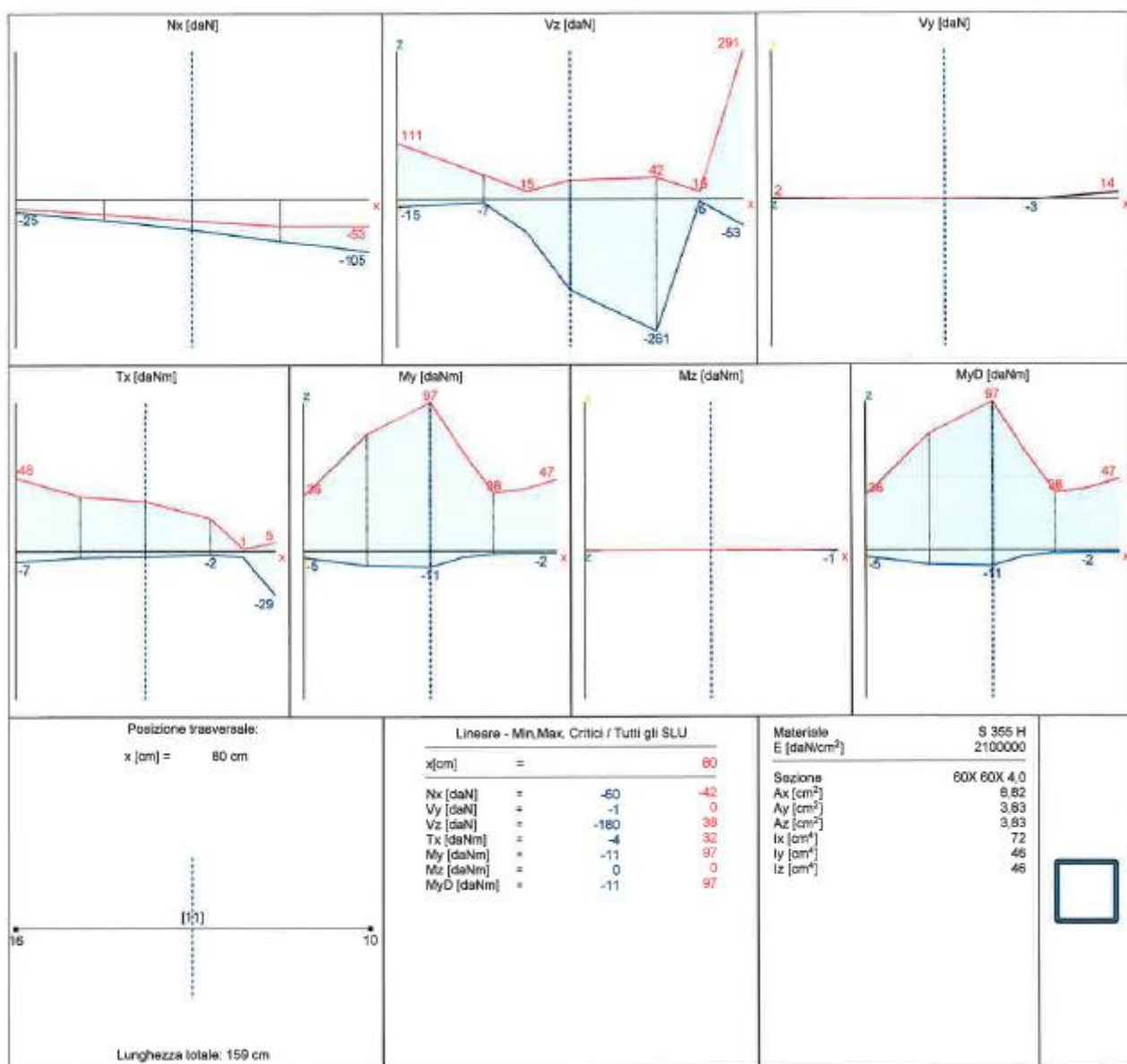


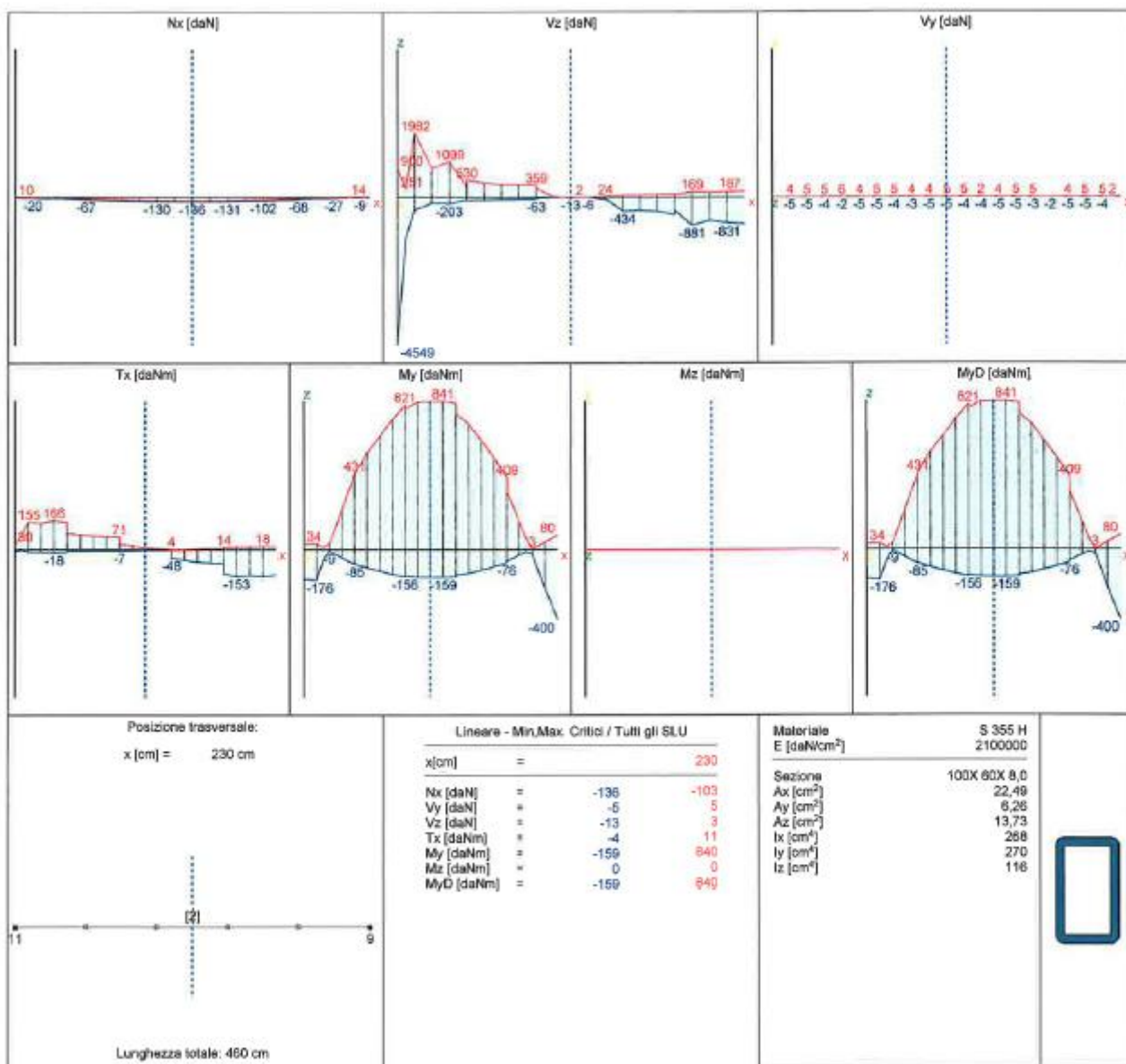


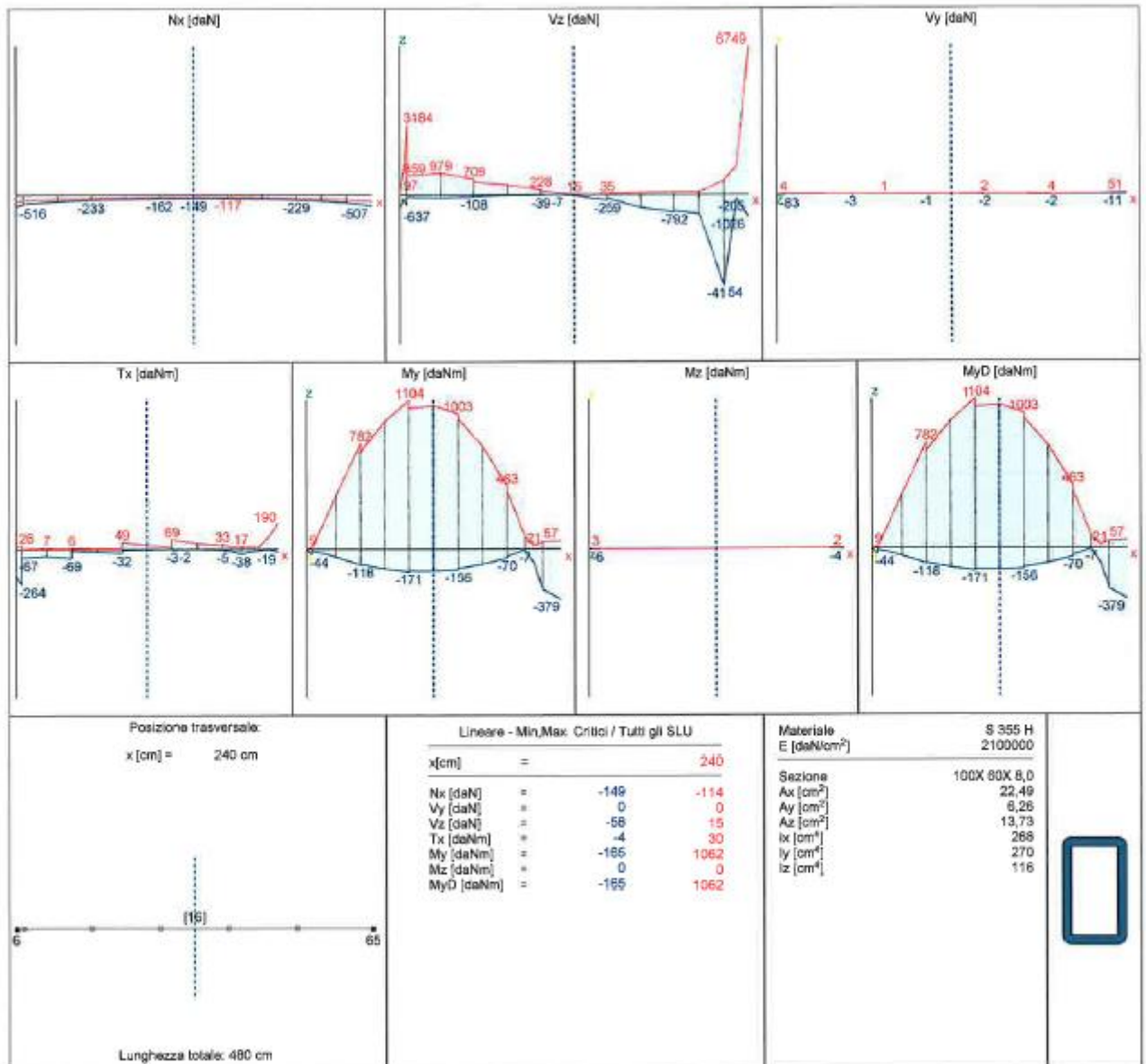


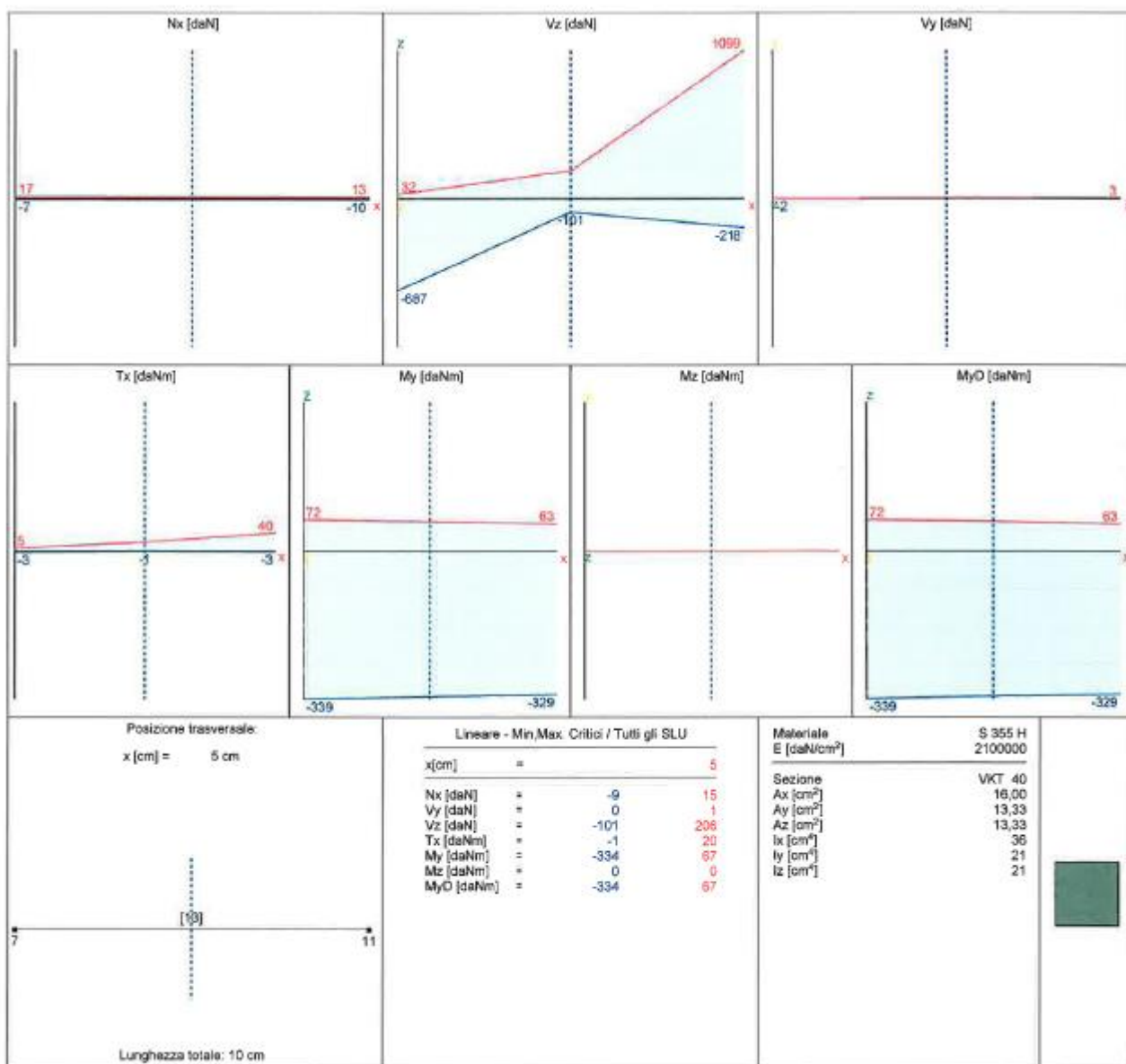


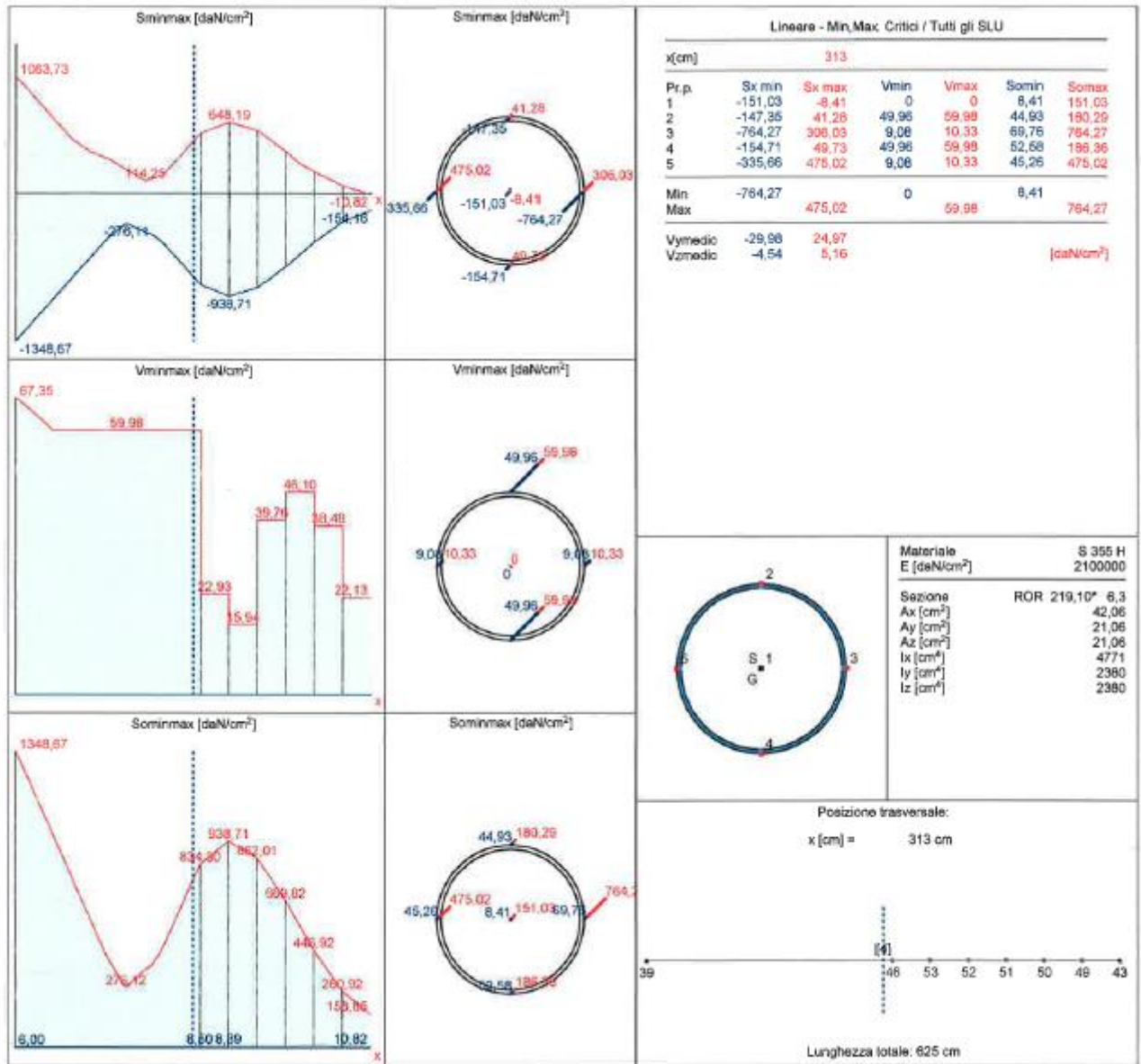


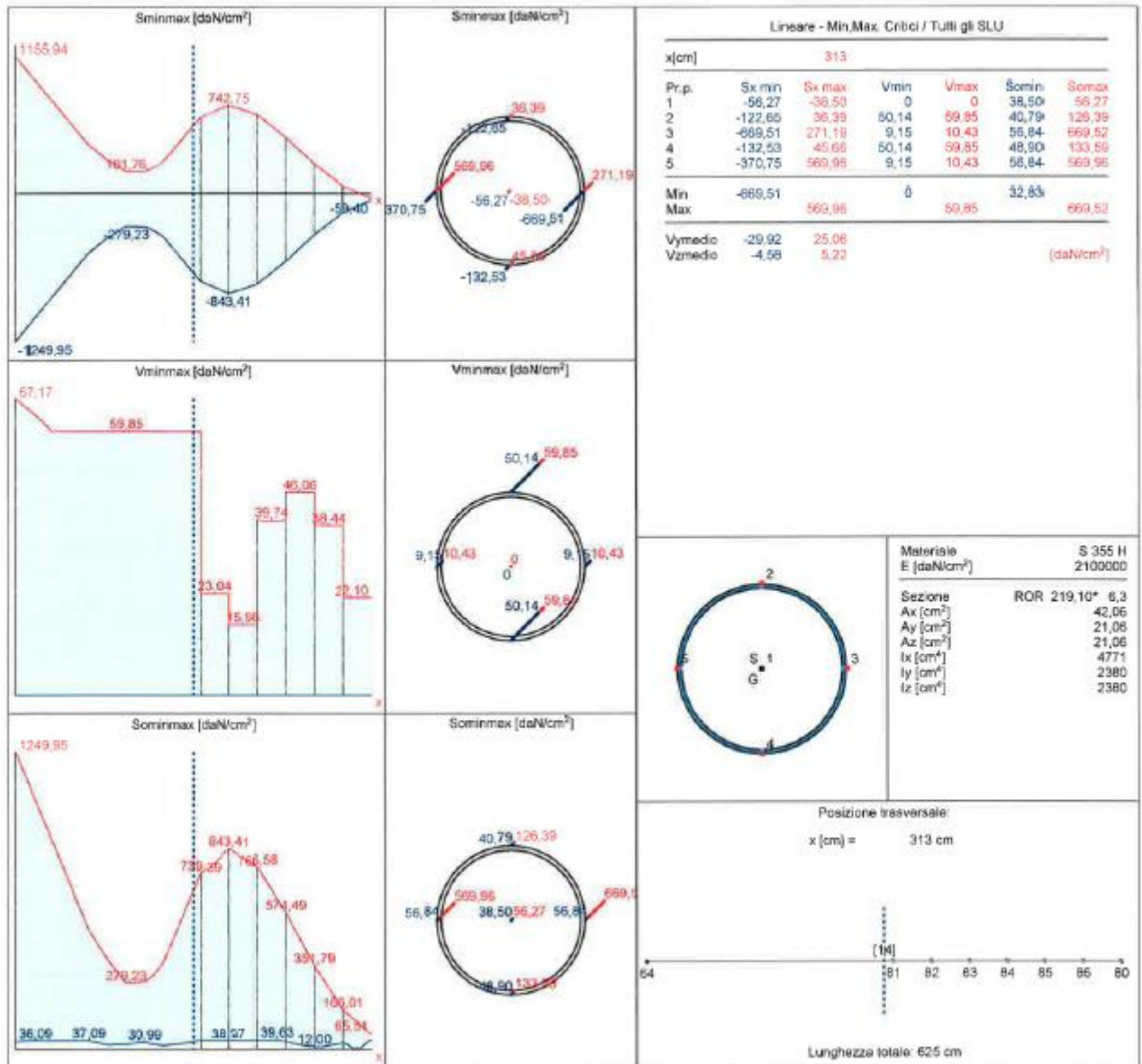


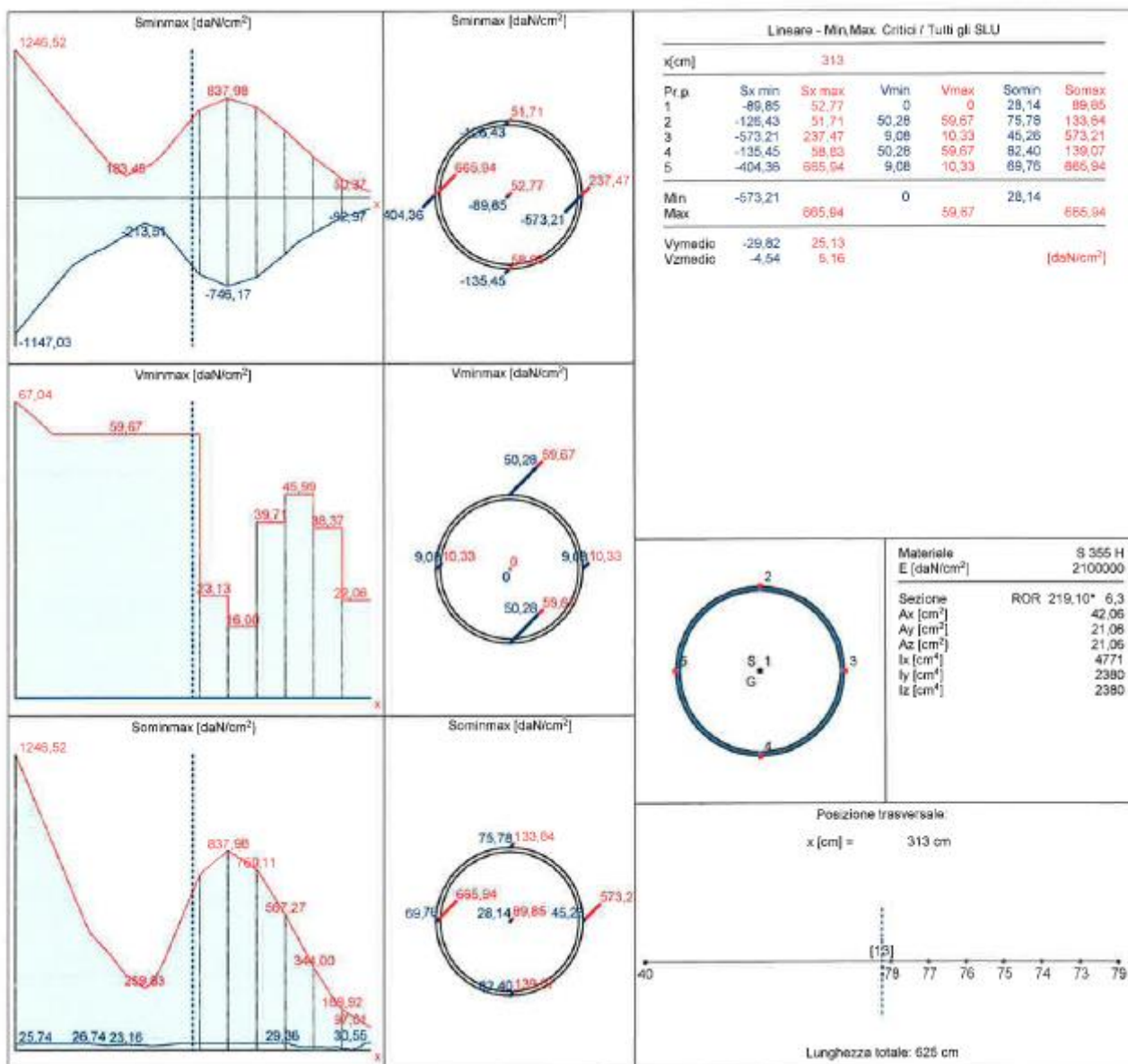


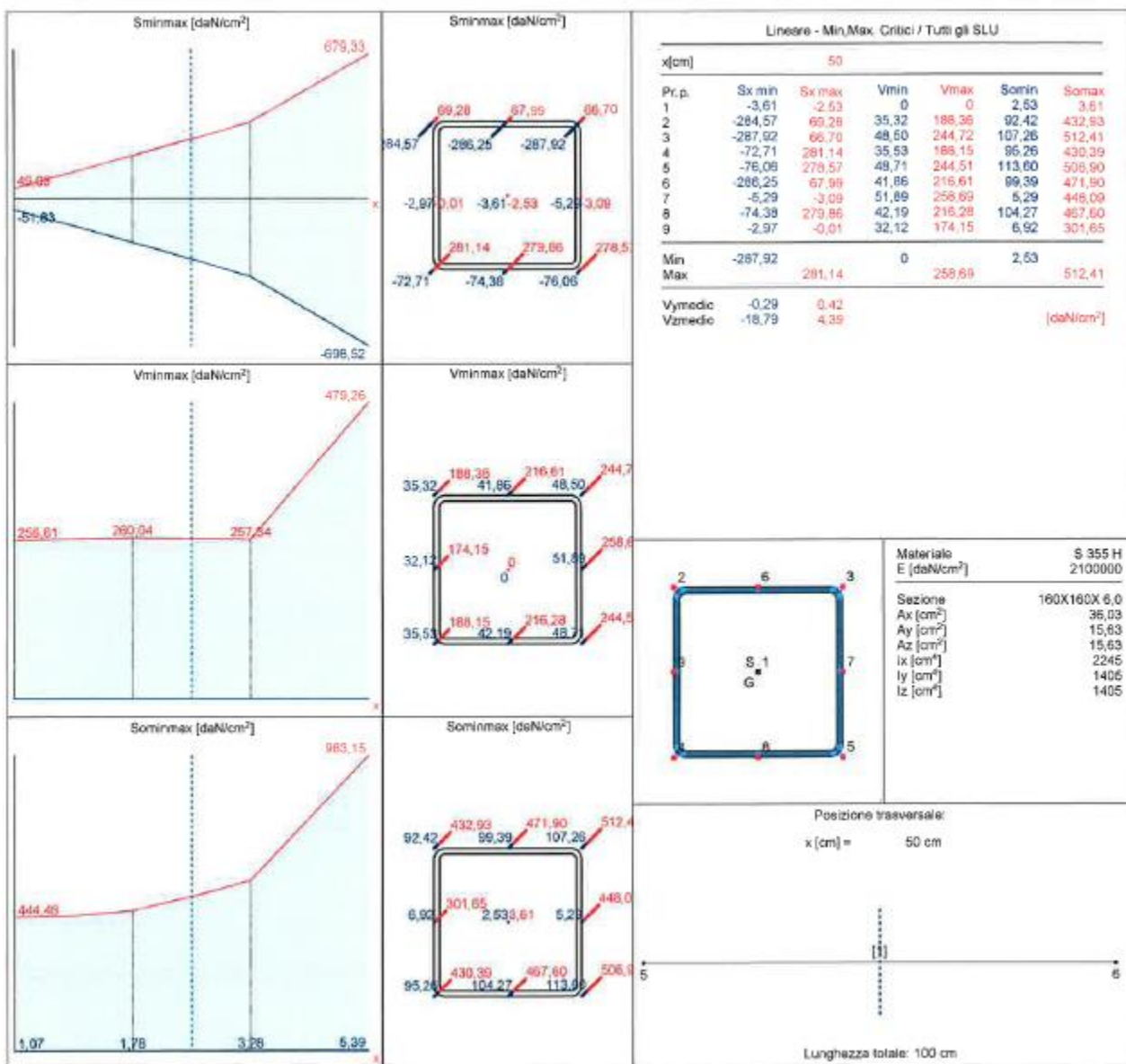


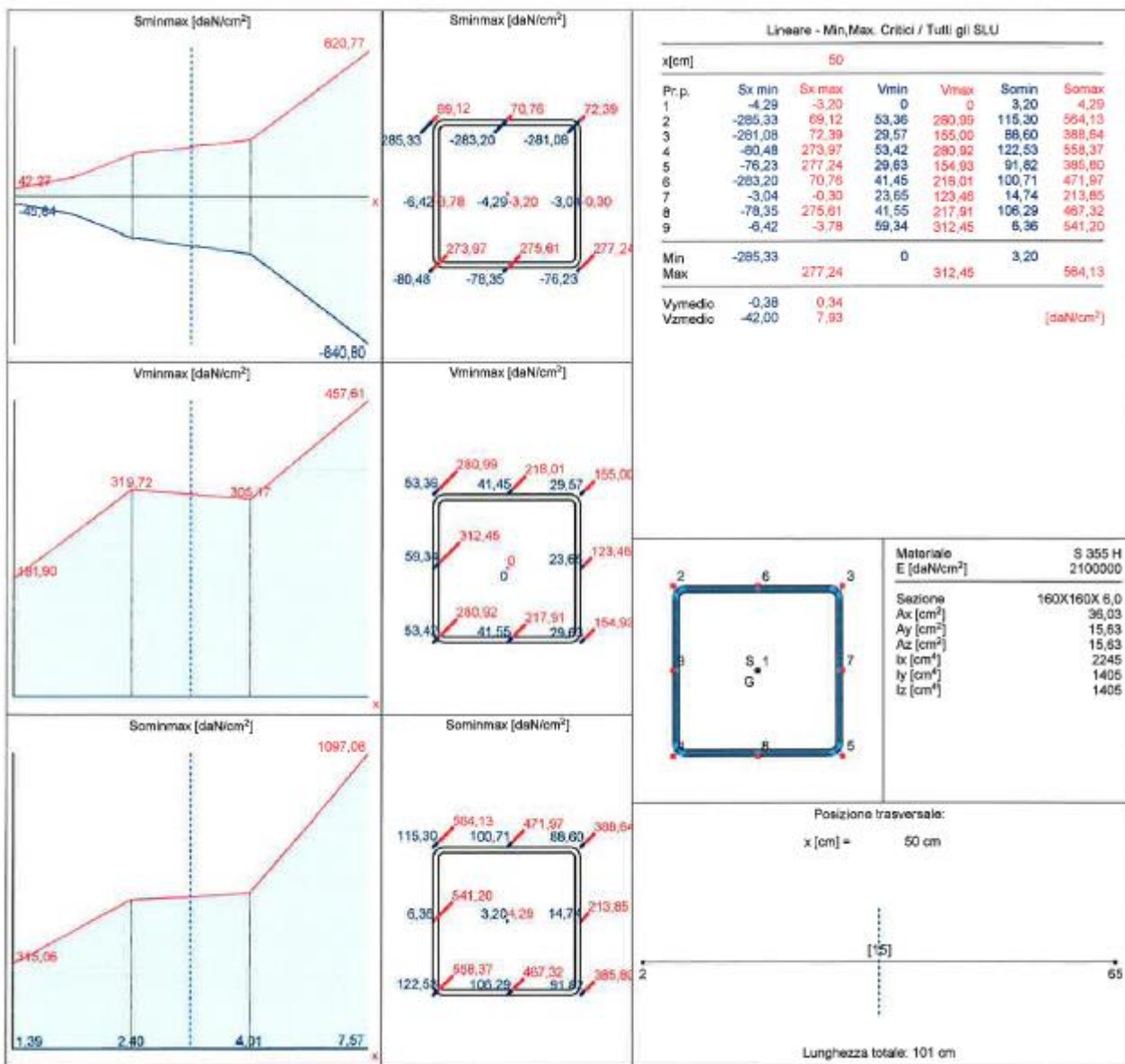


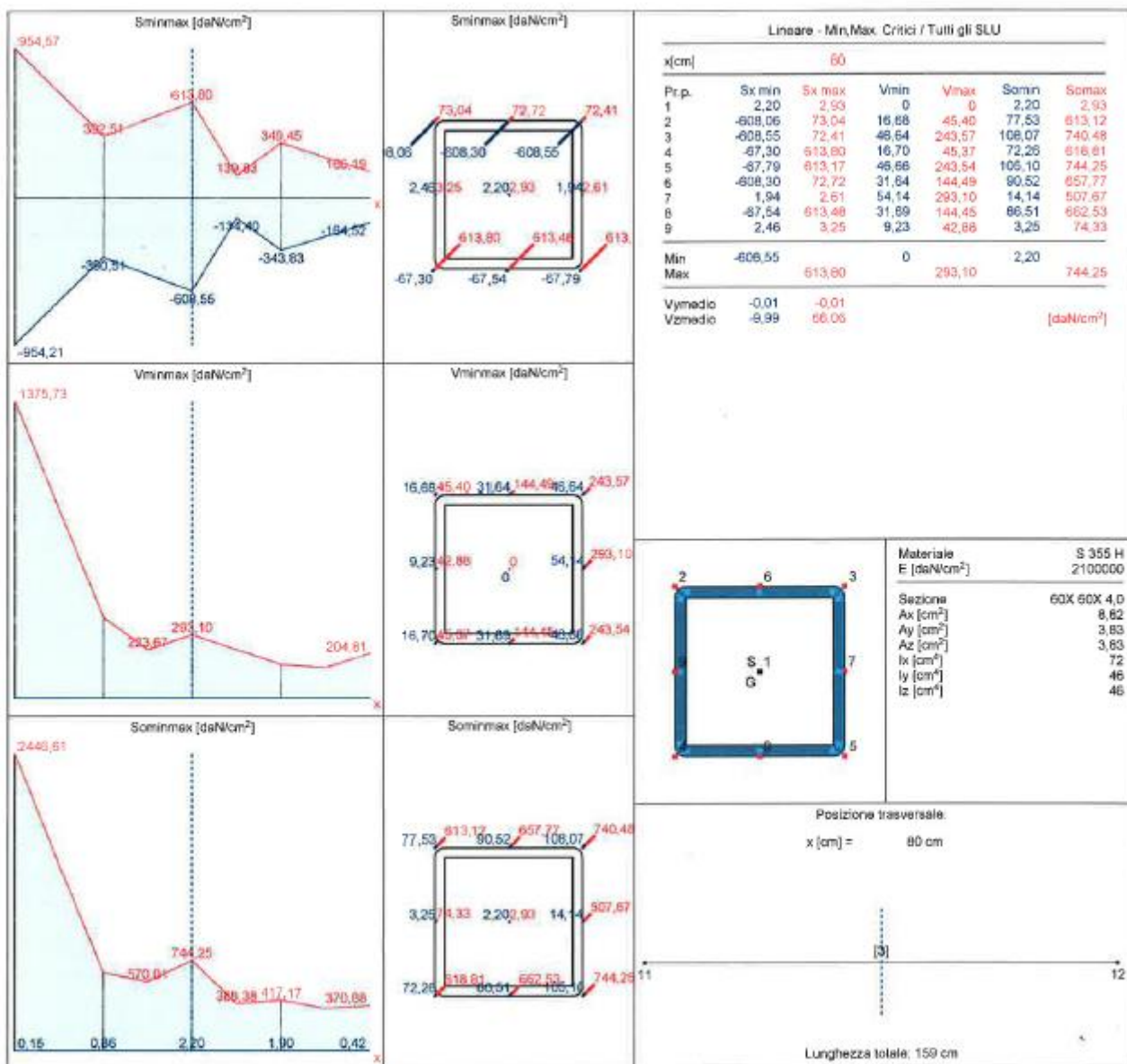


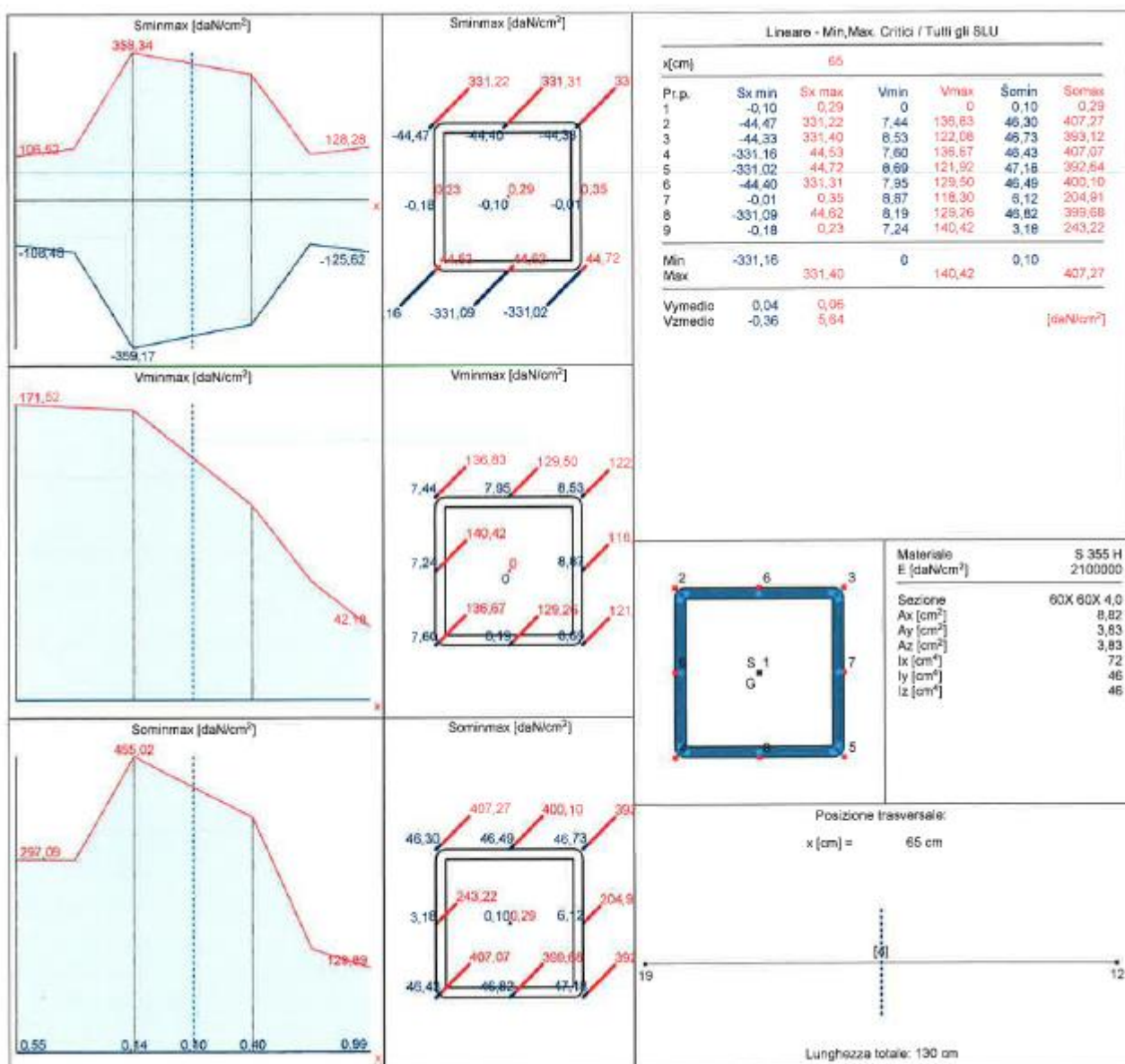


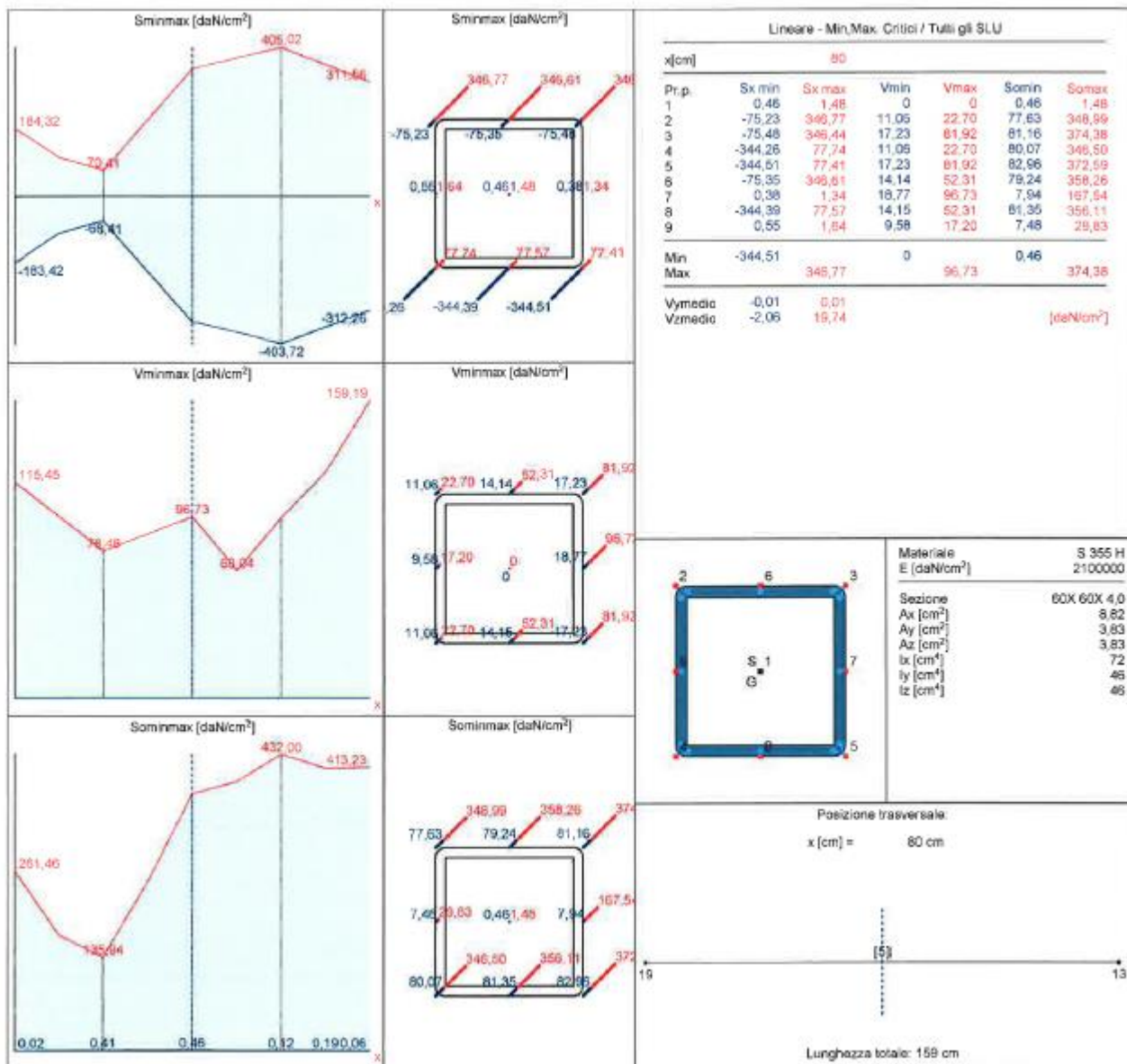


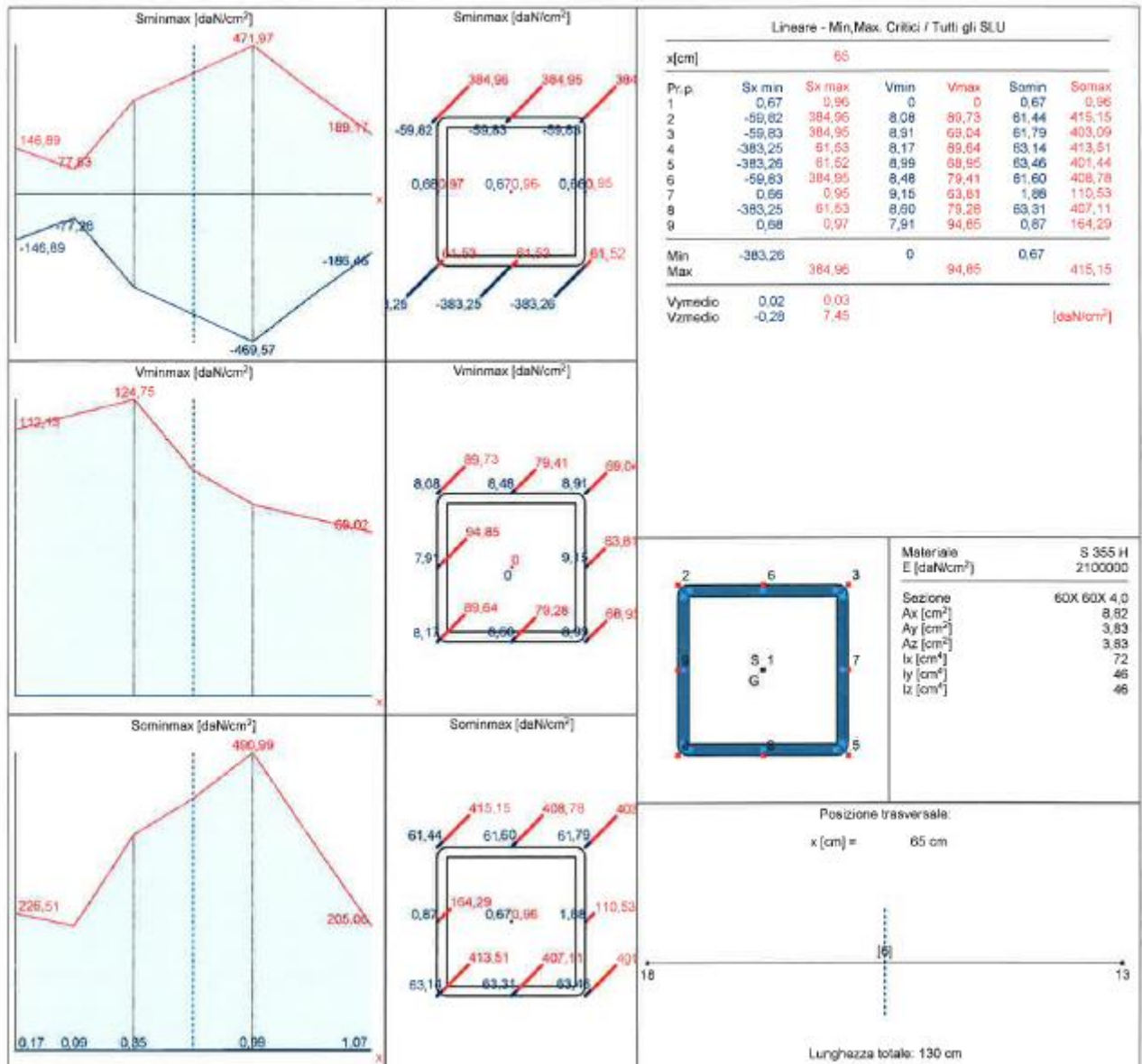


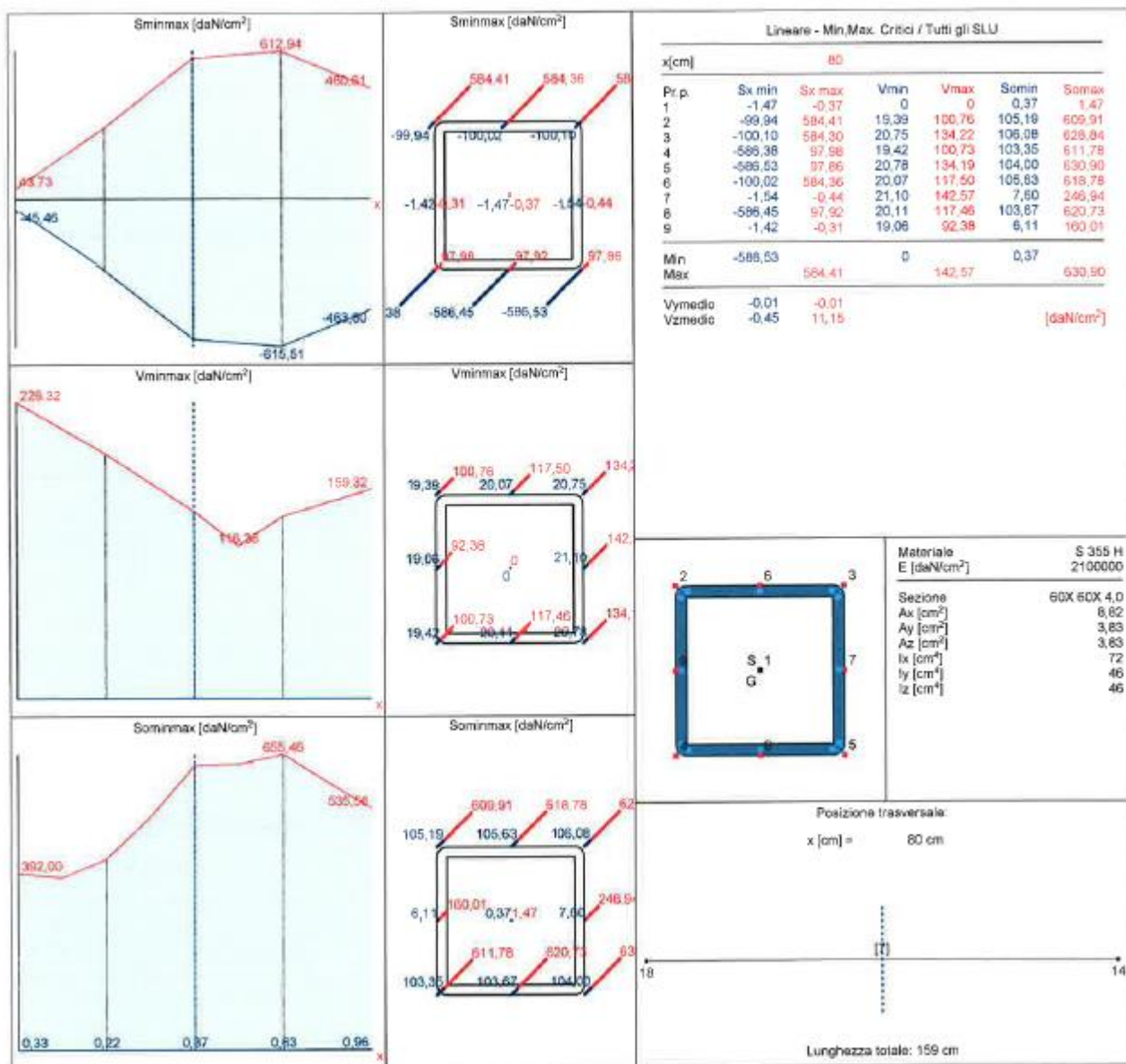


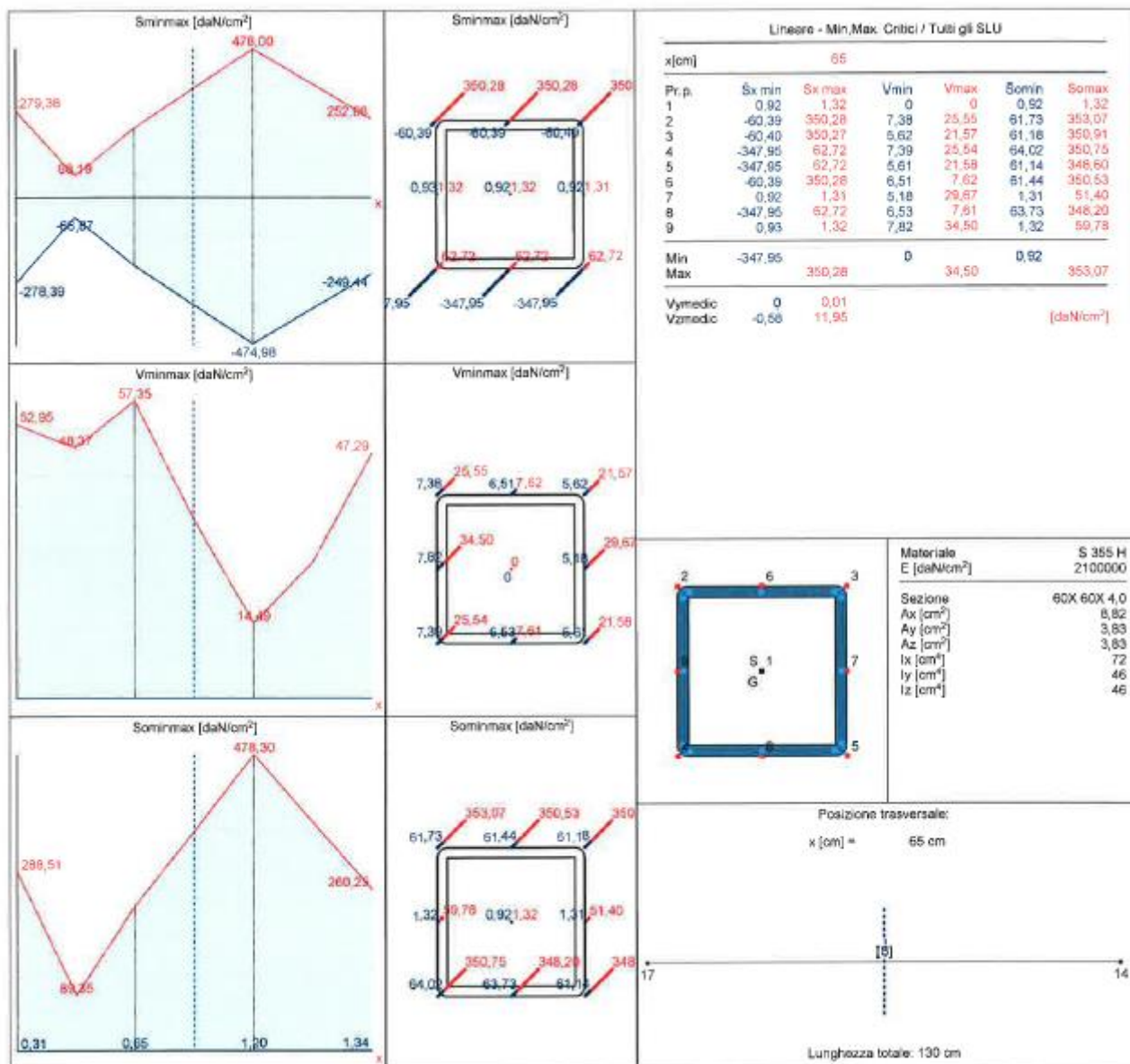


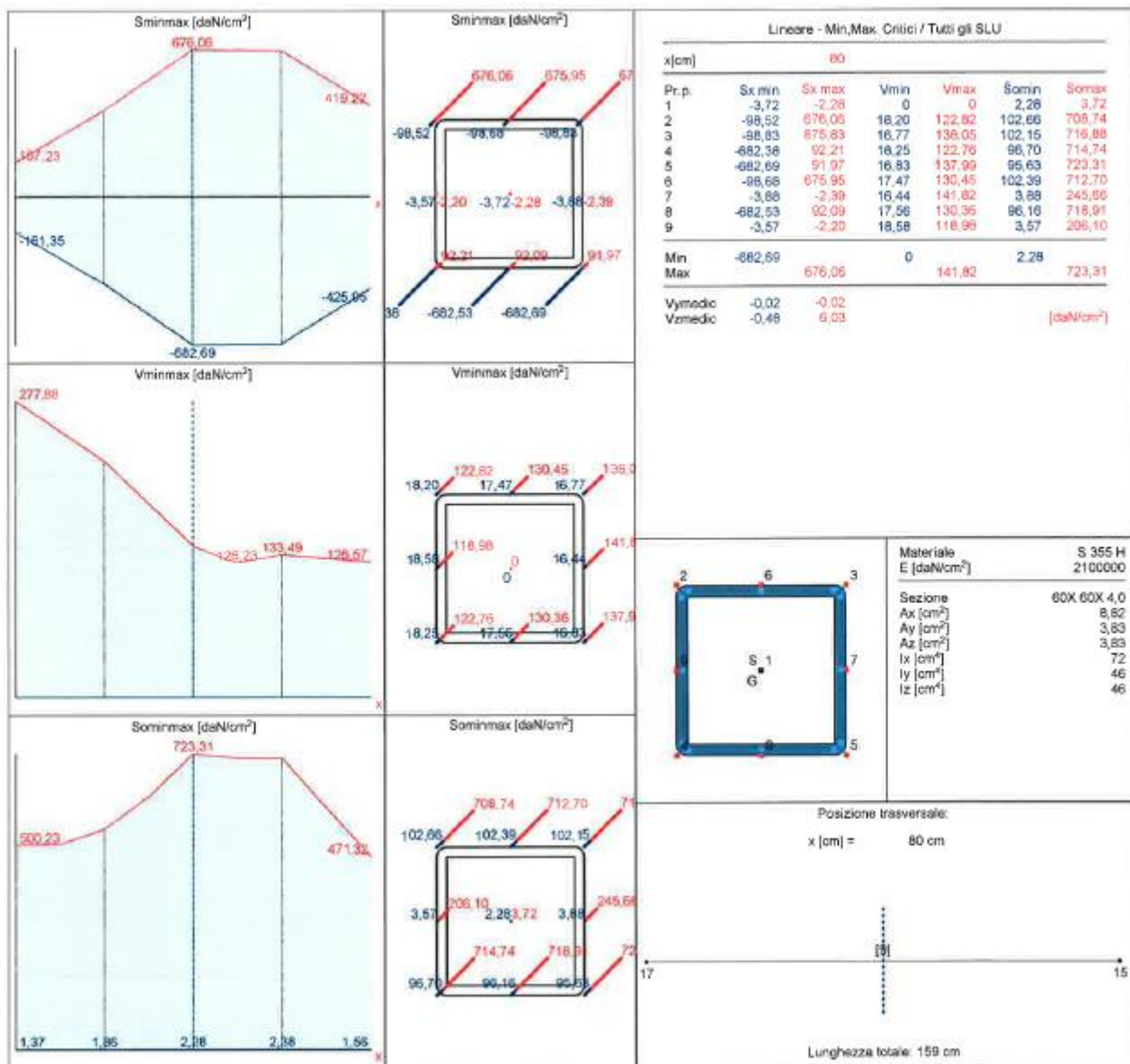


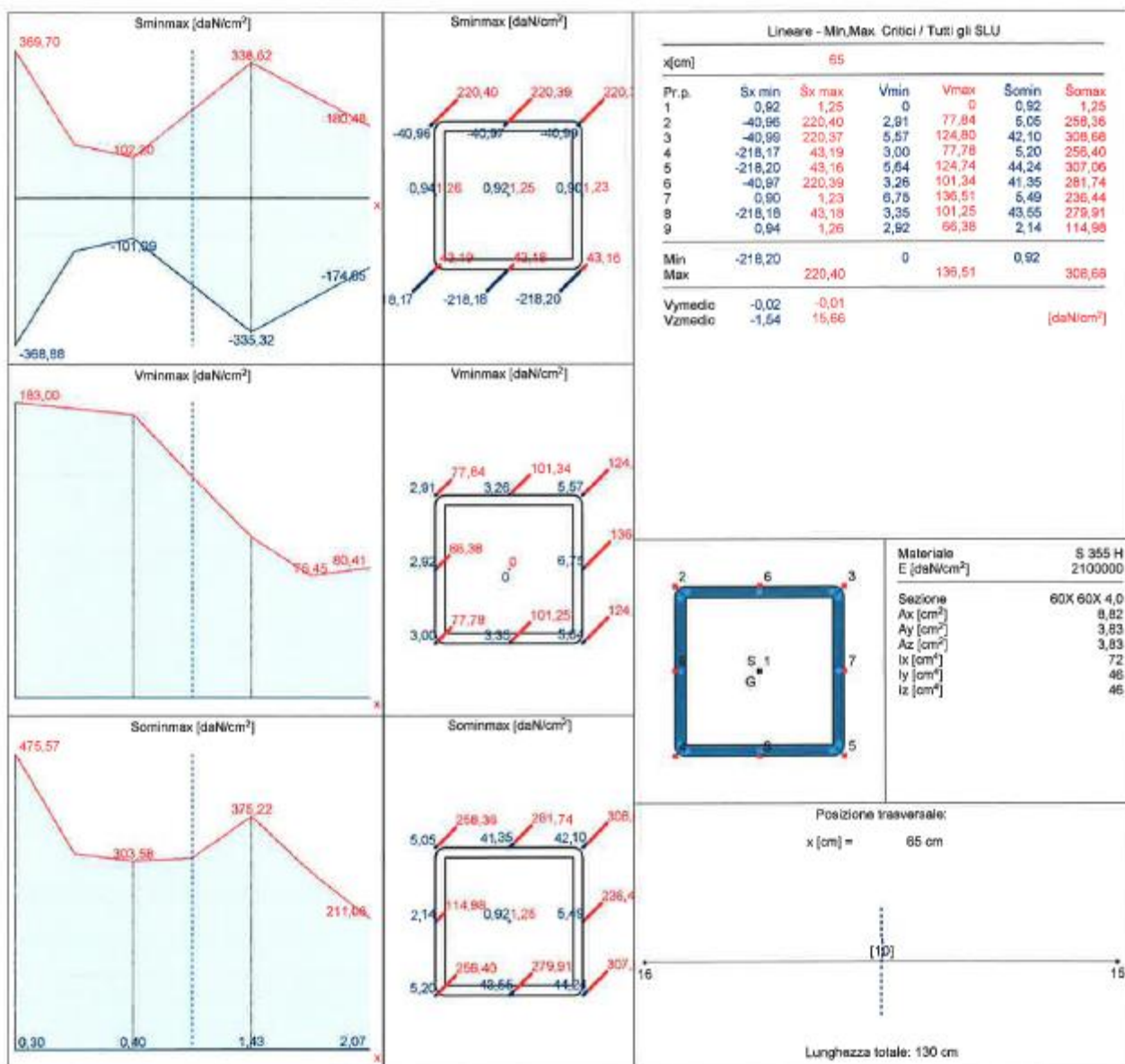


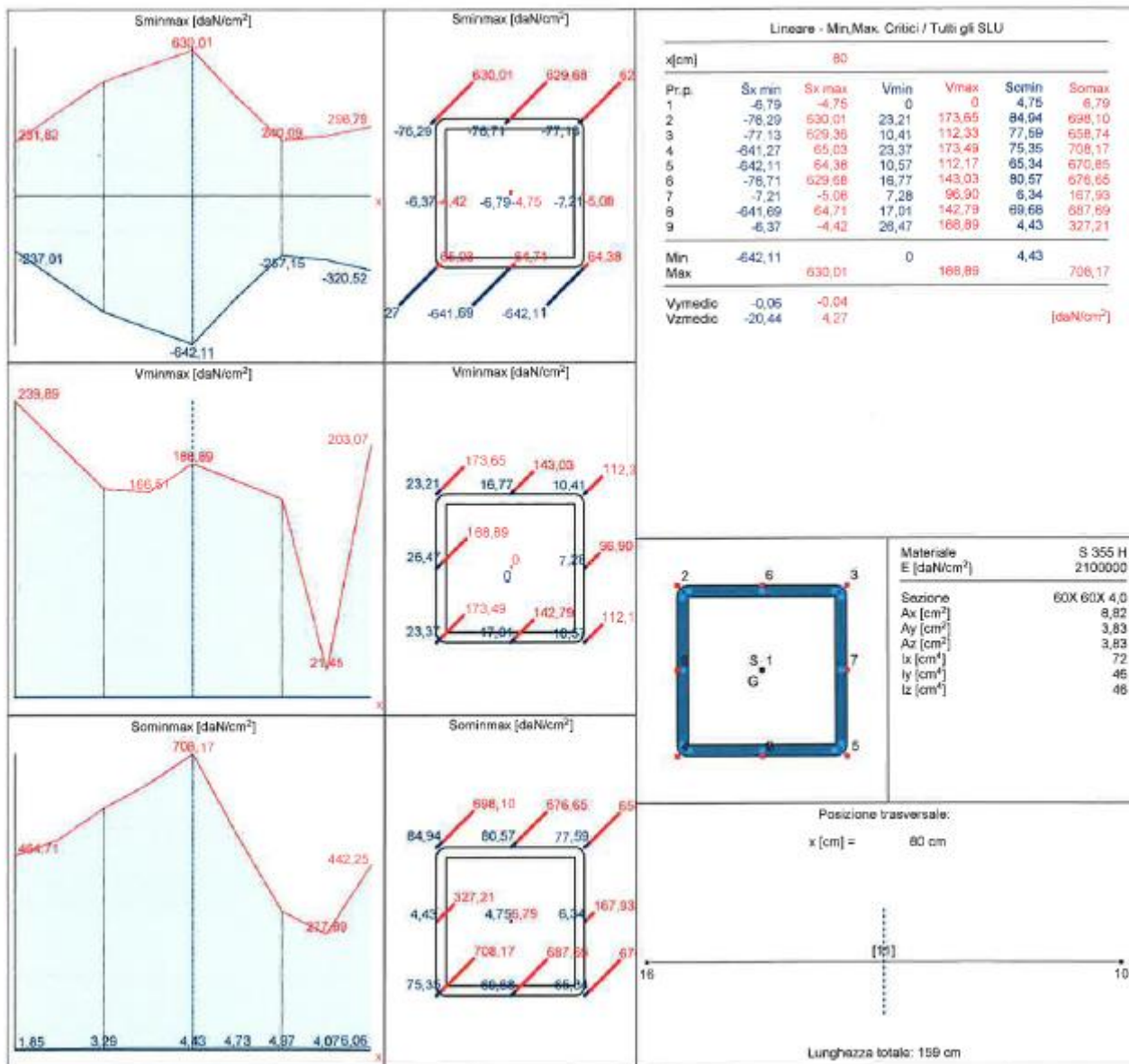












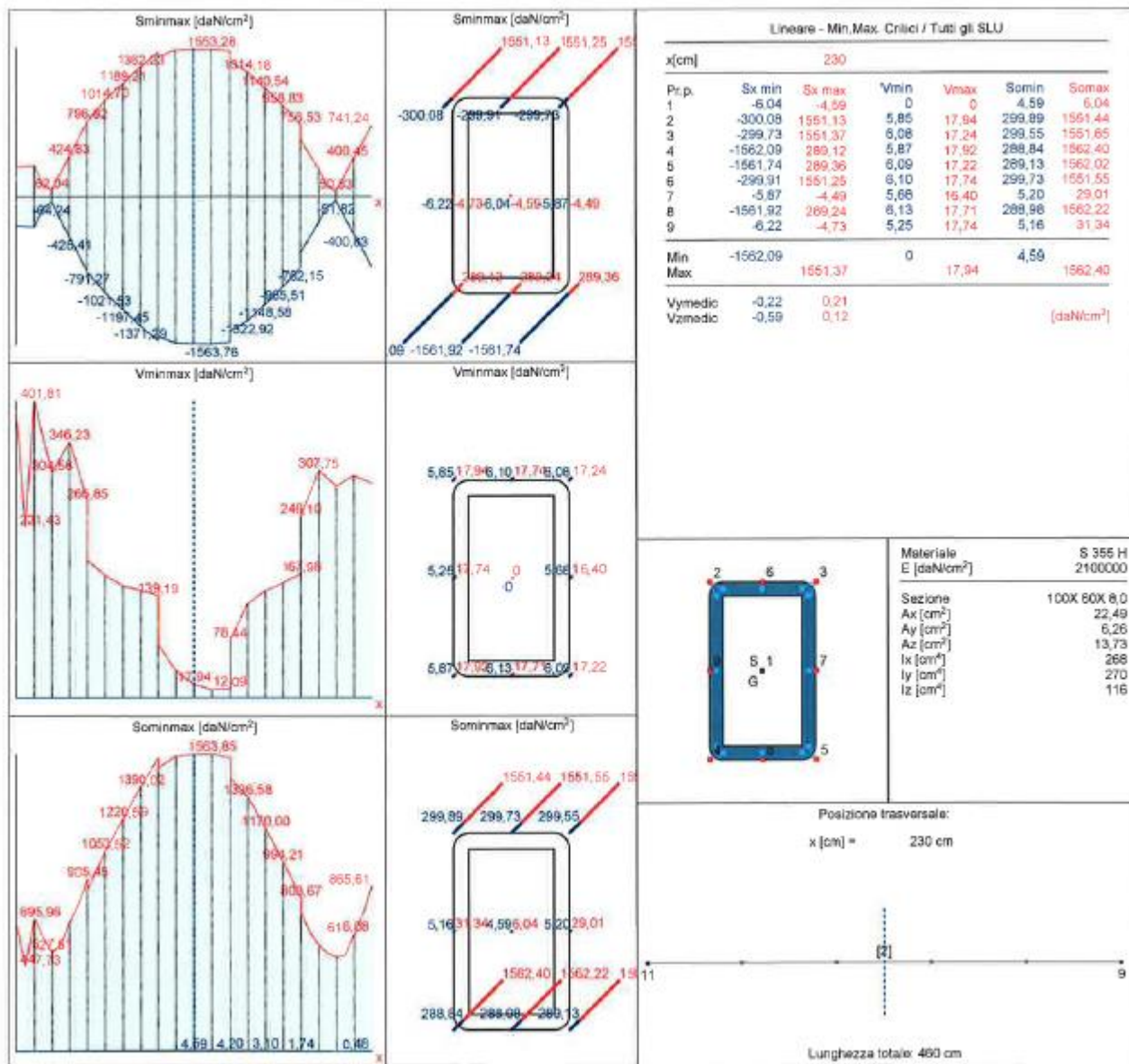


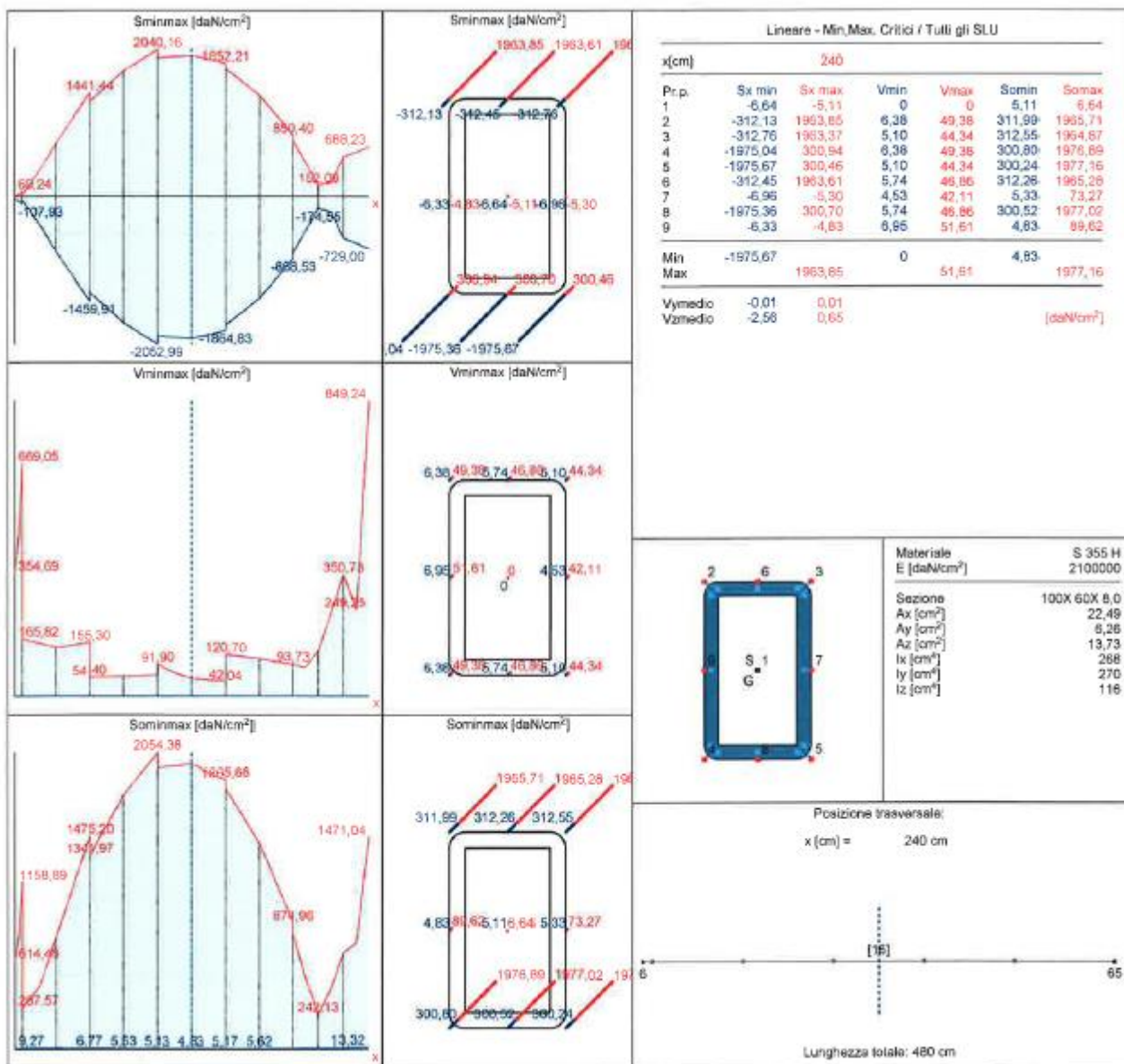
LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture



VERIFICHE STRUTTURE IN ACCIAIO





DESCRIZIONE TRAVI

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γ_c -SLV | fctd-SLV [daN/cm ²] | cc-SLD | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------------|--------|------------------------------------|
| | | | | | |

fck = resistenza a compressione cilindrica caratteristica del calcestruzzo

γ_c -SLV = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

fctd-SLV = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γ_c -SLD = coefficiente di sicurezza del calcestruzzo per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

fctd-SLD = resistenza di calcolo del calcestruzzo a trazione per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | f _{yk} [daN/cm ²] | γ_s -SLV | f _{yd} -SLV [daN/cm ²] | γ_s -SLE | γ_s -SLD | f _{yd} -SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|---|-----------------|--|-----------------|-----------------|--|
| | | | | | | | |

Es = Modulo elastico dell'acciaio

f_{yk} = resistenza a snervamento caratteristica dell'acciaio

γ_s -SLV = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

f_{yd}-SLV = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLV (stato limite di salvaguardia della vita)

γ_s -SLD = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

f_{yd}-SLD = resistenza a snervamento di calcolo dell'acciaio per le verifiche a SLD (stato limite di danno)

γ_s -SLE = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per le verifiche a SLE (stato limite di esercizio)

SOLLECITAZIONI COMPLETE PER INVILUPPO - SLV

M_{x+} = Momento flettente positivo per sezione

M_{x-} = Momento flettente negativo per sezione

T_x = Taglio sollecitante per sezione

I momenti sono valutati sulla base del §6.2.3 e §9.2.1.3 dell'EC2:

Per effetto del taglio V_{Ed} si genera una forza di trazione aggiuntiva, ΔF_{td} , nell'armatura longitudinale: $\Delta F_{td} = 0,5 V_{Ed} (\cot \theta - \cot \alpha)$.

Per elementi senza armatura per il taglio ΔF_{td} può essere valutato traslando il diagramma del momento flettente di una distanza $a_v = d$ secondo il punto 6.2.2 (5). Questa "regola di traslazione" può essere adottata, in via alternativa, anche per elementi con armatura per il taglio, con $a_v = z (\cot \theta - \cot \alpha)/2$.

CAMPATA: ...

| Sezioni [cm] | M _{x+} [daNm] | M _{x-} [daNm] | T _x [daN] |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| | | | |

ARMATURA LONGITUDINALE

| | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Camp | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] |
| | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)

C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)

C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)

DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)

DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)

A teor. = Area di ferro teorica minima da calcolo

A disp. = Area di ferro disposta

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|-------|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|----|
| Cam p | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS | Msd [daN m] | Mrd [daN m] | CS |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata

SX+ = Sezione all'appoggio sinistro positivo (Lembo inferiore)

SX- = Sezione all'appoggio sinistro negativo (Lembo superiore)
C+ = Sezione in campata positiva (Lembo inferiore)
C- = Sezione in campata negativa (Lembo superiore)
DX+ = Sezione all'appoggio destro positivo (Lembo inferiore)
DX- = Sezione all'appoggio destro negativo (Lembo superiore)
Msd = Momento sollecitante Msd
Mrd = Momento resistente Mrd

Nel caso di edifici sismici in zona 1, 2 e 3 si applicano le norme tecniche ed le sollecitazioni di calcolo sono valutate attraverso la gerarchia delle resistenze secondo il paragrafo 7.4.4.1.1. I momenti flettenti di calcolo, da utilizzare per il dimensionamento e la verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura per le combinazioni di carico sismiche, mentre, al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, gli sforzi di taglio VEd da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio della trave soggetta all'azione dei carichi gravitazionali agenti sulla trave, incernierata agli estremi, VEd cern e dei momenti resistenti Mb, Rd, 1,2 delle due sezioni plasticizzate amplificati del fattore di sovrarresistenza γ_{Rd} assunto pari, rispettivamente, ad 1,20 per strutture in CD"A", ad 1,00 per strutture in CD"B":

$$V_{Ed} = \frac{(M_{b,Rd1} + M_{b,Rd2})}{l}, \quad \gamma_{Rd} + V_{Ed \text{ cern}}$$



Si eseguono tutte le combinazioni tra momenti resistenti positivi e negativi e taglio sollecitante della trave incernierata alle estremità. Nel caso di edifici sismici in zona 4 con classe d'uso III o IV si applicano le NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze. Sia i momenti flettenti, che i tagli di calcolo, utilizzati nel dimensionamento e verifica di travi, sono quelli ottenuti dall'analisi globale della struttura. Per edifici sismici in zona 4 con classe d'uso I o II si può scegliere se applicare il metodo alle tensioni ammissibili secondo il DM96-sismico oppure il metodo agli stati limite dalle NTC08 senza l'applicazione della gerarchia delle resistenze.

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| CAMP. | App. | Msd + [daNm] | Msd - [daNm] | Af + [cm ²] | Af - [cm ²] | Mrd + [daNm] | Mrd - [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx gerar. [daN] |
|-------|------|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata
App. = Appoggio (SX = sinistro, DX = destro)
Msd+ = Momento sollecitante positivo (lembo inferiore)
Msd- = Momento sollecitante negativo (lembo superiore)
Af+ = Area ferri lembo inferiore
Af- = Area ferri lembo superiore
Mrd+ = Momento resistente positivo (lembo inferiore)
Mrd- = Momento resistente negativo (lembo inferiore)
Tx max = Taglio massimo derivante dall'analisi sismica
Tx min = Taglio minimo derivante dall'analisi sismica
Tx gerar. = Taglio calcolato attraverso la gerarchia delle resistenze

Il taglio di calcolo risulta il massimo tra i valori assoluti di Tx max, Tx min, Tx gerar.

VERIFICHE TAGLIO - SLV

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vryd C [daN] | Vryd E [daN] | Vryd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |

Camp = Numero campata
Vrzd C = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona centrale
Vrzd E = Taglio resistente lato calcestruzzo in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.
Vrzd A = Taglio resistente lato calcestruzzo nella zona agli appoggi, se è contemplata.
Vryd C = Taglio resistente lato acciaio in zona centrale
Vryd E = Taglio resistente lato acciaio in zona di estremità (compresa tra la zona di appoggio e la zona centrale), se è contemplata.
Vryd A = Taglio resistente lato acciaio nella zona agli appoggi, se è contemplata.
Vsd C Max = Taglio sollecitante massimo nella zona centrale
Vsd E Max = Taglio sollecitante massimo nella zona estremità
Vsd A Max = Taglio sollecitante massimo nella zona agli appoggi

VERIFICHE SLE

| Camp | Fessurazione comb. QP (max amm. 0,3 mm) | | | | | | Fessurazione comb. Freq (max amm. 0,4 mm) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|---|--------|---------|---------|--------|---------|---|--------|---------|---------|--------|---------|------------------------------|--------------------|
| | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Sup. SX | Sup. C | Sup. DX | Inf. SX | Inf. C | Inf. DX | Lung. / h/utile Lim. | Lung. / h/utile |
| | | | | | | | | | | | | | | |

[illegible]

Camp = Numero campata

Sup. SX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio sinistro

Sup. C = entità della fessurazione al lembo superiore in campata

Sup. DX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio destro

Inf. SX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio sinistro

Inf. C = entità della fessurazione al lembo inferiore in campata

Inf. DX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio destro

Lung./h utile Lim. = rapporto massimo tra luce e altezza utile della campata

Lung./h utile = rapporto reale tra luce e altezza utile della campata

DATI GENERALI PROGETTO

Normativa: Norme Tecniche 2008, classe duttilità: CDB

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | f _{ck} [daN/cm ²] | γ c-SLV | f _{ctd} -SLV [daN/cm ²] | γ c-SLD | f _{ctd} -SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|---|------------|---|------------|---|
| - | 300.00 | 1.50 | 6.38 | 1.00 | 9.56 |

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | f _{yk} [daN/cm ²] | γ s-SLV | f _{yd} -SLV [daN/cm ²] | γ s-SLE | γ s-SLD | f _{yd} -SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|---|------------|--|------------|------------|--|
| B450C | 2060000 | 4500 | 1.15 | 3913.04 | 1.00 | 1.00 | 4500.00 |

DATI GENERALI TRAVE: T101-104

| | |
|--------------|---------|
| Calcestruzzo | Acciaio |
| - | B450C |

SEZIONI

| Codice | Base sup. [cm] | Base inf. [cm] | Altezza [cm] | Anima [cm] | Ala sup. [cm] | Ala inf. [cm] |
|--------|----------------|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| R 6060 | 0.00 | 60.00 | 60.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

CAMPATE - ASTE AXIS

(T) trave; (N) nervatura; (R) reticolare

Campata: 1 - Aste Axis: 29(T)

Campata: 2 - Aste Axis: 32(T)

Campata: 3 - Aste Axis: 33(T)

Campata: 4 - Aste Axis: 30(T)

GEOMETRIA

a = lato pilastro parallelo asse trave espresso in [cm]

b = lato pilastro perpendicolare asse trave espresso in [cm]

| | | | | Pil iniziale | | | Pil finale | | |
|------|-----------|---------|------|--------------|----|----|-------------|----|----|
| Camp | Luce [cm] | Sezione | Nome | nome | a | b | nome | a | b |
| 1 | 30 | R 6060 | T101 | | 0 | 0 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 2 | 120 | R 6060 | T102 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 3 | 120 | R 6060 | T103 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 4 | 30 | R 6060 | T104 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | | 0 | 0 |

RISULTATI

ARMATURA LONGITUDINALE

| | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Camp | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] |
| 1 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 2 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 3 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |
| 4 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|
| Camp | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs |
| 1 | 0 | 25940 | 0,00 | -21 | -25940 | 0,00 | 0 | 25940 | 0,00 | 0 | -25940 | 0,00 | 0 | 25940 | 0,00 | -21 | -25940 | 0,00 |
| 2 | 2704 | 25940 | 0,10 | -2386 | -25940 | 0,09 | 3329 | 25940 | 0,13 | 0 | -25940 | 0,00 | 3329 | 25940 | 0,13 | -1664 | -25940 | 0,06 |
| 3 | 2381 | 25940 | 0,09 | -1181 | -25940 | 0,05 | 2502 | 25940 | 0,10 | 0 | -25940 | 0,00 | 2502 | 25940 | 0,10 | -1158 | -25940 | 0,04 |
| 4 | -16 | 25940 | 0,00 | -21 | -25940 | 0,00 | 0 | 25940 | 0,00 | 0 | -25940 | 0,00 | 0 | 25940 | 0,00 | -21 | -25940 | 0,00 |

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| GENERAL RESISTENCE: carcass light and heavy | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | SX | | | | | | | | | DX | | | | | | | | |
| Camp | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] |
| 1 | 0 | -21 | 12,06 | 12,06 | 25.940 | -25.940 | 0 | 0 | 172.936 | 0 | -21 | 12,06 | 12,06 | 25.940 | -25.940 | -344 | -265 | -173.281 |

VERIFICHE TAGLIO - SLU

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vryd C [daN] | Vryd E [daN] | Vryd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 89.856 | 0 | 0 | 50.451 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 89.856 | 0 | 0 | 50.451 | 0 | 0 | 5.762 | 0 | 0 |
| 3 | 89.856 | 0 | 0 | 50.451 | 0 | 0 | 3.419 | 0 | 0 |
| 4 | 89.856 | 0 | 0 | 50.451 | 0 | 0 | 230 | 0 | 0 |

STAFFE

| | Campo centrale | | | Campo estremità | | | Campo appoggio | | |
|------|----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| Camp | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] |
| 1 | 10 | 8 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 10 | 8 | 98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 10 | 8 | 98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 10 | 8 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VERIFICHE SLE

| | Fessurazione comb.QP (max amm. 0.3 [mm]) | | | | | | Fessurazione comb.Freq (max amm. 0.4 [mm]) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|--|---------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|--|---------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|------------------------------|-------------------|
| Camp | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | (Lung / h utile lim. | Lung / h utile |
| 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,60 | 0,32 |
| 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,009 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,009 | 28,52 | 1,63 |
| 3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,009 | 0,005 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,009 | 0,005 | 0,000 | 28,52 | 1,63 |
| 4 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,60 | 0,32 |

DATI GENERALI TRAVE: T105

| | |
|--------------|---------|
| Calcestruzzo | Acciaio |
|--------------|---------|

| | |
|---|-------|
| - | B450C |
|---|-------|

SEZIONI

| Codice | Base sup. [cm] | Base inf. [cm] | Altezza [cm] | Anima [cm] | Ala sup. [cm] | Ala inf. [cm] |
|--------|----------------|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| R 6060 | 0,00 | 60,00 | 60,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

CAMPATE - ASTE AXIS

(T) trave; (N) nervatura; (R) reticolare

Campata: 1 - Aste Axis: 31(T)

GEOMETRIA

a = lato pilastro parallelo asse trave espresso in [cm]

b = lato pilastro perpendicolare asse trave espresso in [cm]

| Camp | Luce [cm] | Sezione | Nome | Pili iniziale | | | Pili finale | | |
|------|-----------|---------|------|---------------|----|----|-------------|----|----|
| | | | | nome | a | b | nome | a | b |
| 1 | 480 | R 6060 | T105 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |

RISULTATI

ARMATURA LONGITUDINALE

| Camp | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] | Af teor [cm2] | Af disp [cm2] |
| 1 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 | 11,19 | 12,06 |

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| Camp | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|
| | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs |
| 1 | 1049 | 25940 | 0,04 | -1656 | -25940 | 0,06 | 0 | 25940 | 0,00 | 0 | -25940 | 0,00 | 1048 | 25940 | 0,04 | -1657 | -25940 | 0,06 |

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| Camp | SX | | | | | | | | | DX | | | | | | | | |
|------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] | Msd+ [daNm] | Msd- [daNm] | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm] | Mrd- [daNm] | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] |
| 1 | 1.049 | -1.656 | 12,06 | 12,06 | 25.940 | -25.940 | 2.754 | 1.555 | 13.563 | 1.048 | -1.657 | 12,06 | 12,06 | 25.940 | -25.940 | -2.755 | -2.683 | -13.564 |

VERIFICHE TAGLIO - SLU

| Camp | Vrdd C [daN] | Vrdd E [daN] | Vrdd A [daN] | Vrdd C [daN] | Vrdd E [daN] | Vrdd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 89.856 | 0 | 0 | 50.451 | 0 | 0 | 2.639 | 0 | 0 |

STAFFE

| Camp | Campo centrale | | | Campo estremità | | | Campo appoggio | | |
|------|----------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] |
| 1 | 10 | 8 | 458 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VERIFICHE SLE

| Camp | Fessurazione comb.QP (max amm. 0.3 [mm]) | | | | | | Fessurazione comb.Freq (max amm. 0.4 [mm]) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|--|------------|--------------|-------------|------------|-------------|--|------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|-----------------|
| | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | (Lung / h utile) lim. | Lung. / h utile |
| 1 | 0,000 | 0,003 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,003 | 0,003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 7,63 |

VERIFICA COEFFICIENTI DI SICUREZZA MOLLE

h = da quota di campagna

| | | | |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|----------------|
| h = 3.75m | R _{my} = 1379 daN | R _y = 810 daN | γ = 1.70 > 1.3 |
| h = 4.25m | R _{my} = 2450 daN | R _y = 783 daN | γ = 3.10 > 1.3 |
| h = 7.00m | R _{mz} = 14998 daN | R _z = 6462 daN | γ = 2.32 > 2.3 |

VERIFICA MAUALE ARMATURA MICROPALI

$$\Phi = 219.1 \text{ mm} \quad Sp = 6.3 \text{ mm} \quad Ax = 42.1 \text{ cm}^2 \quad Wz = 218 \text{ cm}^2$$

$$Nx = 6486 \text{ daN}$$

$$My = 494 \text{ daNm}$$

$$Mz = 2609 \text{ daNm}$$

$$V_{ed} = 1416 \text{ daN}$$

$$\gamma = 1.05$$

$$\frac{6184 \times 1.05}{3350 \times 42.1} + \frac{260900 \times 1.05}{3350 \times 218} = 0.43 \leq 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

$$V_{RD} = \frac{A_v \times f_{yk}}{\sqrt{3} \times \gamma_{m0}} = \text{dove } A_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 \times 42.1}{3.14} = 26.81 \text{ cm}^2$$

$$\text{Da cui } V_{RD} = \frac{26.81 \times 3350}{\sqrt{3} \times 1.05} = 49384 \text{ daN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{1416}{49384} = 0.03 < 1 \text{ VERIFICATA}$$

VERIFICA MAUALE PIANTANE CANCELLO

$$\square = 160 \times 160 \text{ mm} \quad S_p = 6 \text{ mm}$$

$$A_x = 36.03 \text{ cm}^2$$

$$W_z = 142 \text{ cm}^2$$

$$N_x = -361 \text{ daN}$$

$$M_z = 1440 \text{ daNm}$$

$$V_y = 2026 \text{ daN}$$

$$\gamma = 1.05$$

$$\frac{361 \times 1.05}{3350 \times 36.03} + \frac{144000 \times 1.05}{3350 \times 172} = 0.32 \leq 1 \text{ VERIFICATA}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{crd}} \leq 1$$

$$V_{ed} = 2026 \quad V_{CRD} = \frac{A_y \times f_{yk}}{\sqrt{3} \times \gamma_{m0}} = \frac{19.2 \times 3350}{\sqrt{3} \times 1.05} = 35306 \text{ daN}$$

$$\frac{V_{ed}}{V_{rd}} = \frac{2026}{35306} = 0.06 < 1 \text{ VERIFICATA}$$

VERIFICA MAUALE CORRENTE INFERIORE COMPRESSO

$$\square = 100 \times 60 \times 8 \text{ mm} \quad A_x = 22.49 \text{ cm}^2 \quad N_x = -361 \text{ daN}$$

$$J_x = 268 \text{ cm}^4 \quad i_x = \sqrt{\frac{J}{A}} = 3.45$$

$$J_z = 116 \text{ cm}^4 \quad \varphi_0 = \varphi = 460 \text{ cm}$$

$$\lambda = 134 \quad \lambda = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1$$

$$N_{ed} = -162 \text{ daN (compressione)}$$

$$M_{yed} = 1104 \text{ daNm}$$

$$V_{zed \text{ max}} = 3748 \text{ daN}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \times EA}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \times 2100000 \times 22.49}{134^2} = 25933 \text{ daN}$$

$$\text{ESSENDO } \frac{N_{ed}}{N_{cr}} = \frac{162}{25933} = 0.007 < 0.04$$

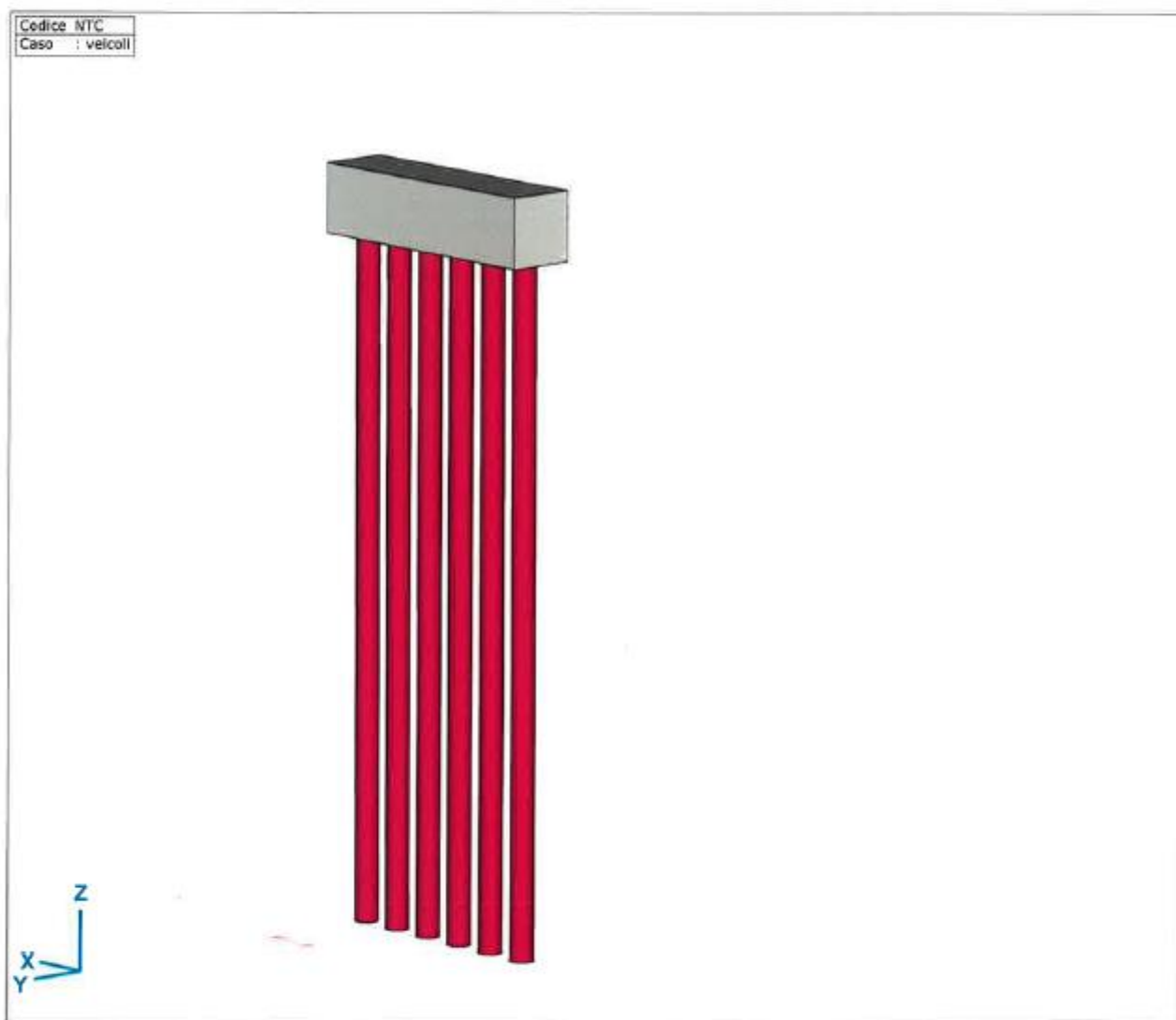
GLI EFFETTI DELL'INSTABILITA' POSSONO ESSERE TRASCURATI

$$\frac{162 \times 1.05}{3350 \times 22.49} + \frac{110400 \times 5 \times 1.05}{3350 \times 268} = 0.65 \leq 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

MURO SPALTO PIDO

6.4 PALIFICATA A SOSTEGNO STRADA CON TRAFFICO VEICOLARE DI 2° CATEGORIA

MODELLO



Analisi dinamica

Per il calcolo delle azioni sismiche si procede applicando il metodo dell'analisi dinamica lineare o analisi modale.

Questo metodo consiste nel disaccoppiare le equazioni del moto della struttura, ricavando quindi le forme modali indipendenti e per ogni forma il periodo di vibrazione e la massa partecipante.

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad (3.2.17)$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I

Il programma di calcolo utilizzato combina automaticamente i carichi con i coefficienti ψ_{2j} .

Combinazione dinamica

| | Combinazione Carico | Tipo Combinazione | peso proprio | strada |
|---|---------------------|-------------------|--------------|--------|
| 1 | sismica | PresStress | 1 | 1 |

Caratteristiche dei modi di vibrare

| F [Hz] | T [s] |
|---------|--------|
| 50,2206 | 0,0199 |

Massa partecipante per ogni modo (I.) [sismica]

| | f [Hz] | ϵ_X | ϵ_Y | ϵ_Z | Attivo |
|-----|--------|--------------|--------------|--------------|----------|
| 1 | 3,45 | 0 | 0,761 | 0 | 1 |
| 2 | 4,88 | 0,777 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 5,92 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 47,26 | 0 | 0,152 | 0 | 1 |
| 5 | 50,22 | 0,139 | 0 | 0 | 1 |
| 5/5 | | 0,916 | 0,913 | 0 | 0 |

f: Frequenza; ϵ_X : Coefficiente di equivalenza sismica in direzione X; ϵ_Y : Coefficiente di equivalenza sismica in Direzione Y; ϵ_Z : Coefficiente di equivalenza sismica in direzione Y;
Attivo: Utilizzare l'analisi modale per la generazione dei carichi sismici;

Casi di carico

| | Nome | Gruppo | Tipo gruppo | | Nome | Gruppo | Tipo gruppo |
|---|--------------|--------|-------------|----|------------|--------|-------------|
| 1 | peso proprio | PERM1 | Permanente | 10 | SEISMIC01Y | --- | --- |
| 2 | strada | PERM1 | Permanente | 11 | SEISMIC02X | --- | --- |
| 3 | H2O +1.0m | VAR1 | accidentale | 12 | SEISMIC02Y | --- | --- |
| 4 | veicoli | VAR2 | accidentale | 13 | SEISMIC03X | --- | --- |
| 5 | SEISMIC X | --- | --- | 14 | SEISMIC03Y | --- | --- |
| 6 | SEISMIC Y | --- | --- | 15 | SEISMIC04X | --- | --- |
| 7 | SEISMIC + | SISM | sismico | 16 | SEISMIC04Y | --- | --- |
| 8 | SEISMIC - | SISM | sismico | 17 | SEISMIC05X | --- | --- |
| 9 | SEISMIC01X | --- | --- | 18 | SEISMIC05Y | --- | --- |

Nome: Nome caso di carico; Gruppo: Gruppo di carico; Tipo gruppo: Tipo gruppo di carico;

Combinazioni critiche calcolate per casi di carico

| | Combinazione critica | Tipo |
|----|---|---------------------|
| 1 | [peso proprio+strada] | SLU |
| 2 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} | SLU |
| 3 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} (1,05*veicoli) | SLU |
| 4 | [peso proprio+strada] {1,5*veicoli} | SLU |
| 5 | [peso proprio+strada] {1,5*veicoli} (H2O +1.0m) | SLU |
| 6 | [1,3*peso proprio+1,3*strada] | SLU |
| 7 | [1,3*peso proprio+1,3*strada] {H2O +1.0m} | SLU |
| 8 | [1,3*peso proprio+1,3*strada] {H2O +1.0m} (1,05*veicoli) | SLU |
| 9 | [1,3*peso proprio+1,3*strada] {1,5*veicoli} | SLU |
| 10 | [1,3*peso proprio+1,3*strada] {1,5*veicoli} (H2O +1.0m) | SLU |
| 11 | [peso proprio+strada] {SEISMIC +} | SLU (sismico) |
| 12 | [peso proprio+strada] {SEISMIC -} | SLU (sismico) |
| 13 | [peso proprio+strada] | SLE Caratteristica |
| 14 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} | SLE Caratteristica |
| 15 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} (0,7*veicoli) | SLE Caratteristica |
| 16 | [peso proprio+strada] {veicoli} | SLE Caratteristica |
| 17 | [peso proprio+strada] {veicoli} (H2O +1.0m) | SLE Caratteristica |
| 18 | [peso proprio+strada] | SLE Frequente |
| 19 | [peso proprio+strada] | SLE Frequente |
| 20 | [peso proprio+strada] {0,5*veicoli} | SLE Frequente |
| 21 | [peso proprio+strada] | SLE Quasipermanente |
| 22 | [peso proprio+strada] | A1 |
| 23 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} | A1 |
| 24 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} (veicoli) | A1 |
| 25 | [peso proprio+strada] {veicoli} | A1 |
| 26 | [peso proprio+strada] {veicoli} (H2O +1.0m) | A1 |
| 27 | [peso proprio+strada] | A1 |
| 28 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} | A1 |
| 29 | [peso proprio+strada] {H2O +1.0m} (veicoli) | A1 |
| 30 | [peso proprio+strada] {veicoli} | A1 |
| 31 | [peso proprio+strada] {veicoli} (H2O +1.0m) | A1 |
| 32 | [peso proprio+peso proprio+strada+strada] | A2 |
| 33 | [peso proprio+peso proprio+strada+strada] {H2O +1.0m} | A2 |
| 34 | [peso proprio+peso proprio+strada+strada] {H2O +1.0m} (veicoli) | A2 |
| 35 | [peso proprio+peso proprio+strada+strada] {veicoli} | A2 |
| 36 | [peso proprio+peso proprio+strada+strada] {veicoli} (H2O +1.0m) | A2 |

Tipo: Tipo di combinazione;

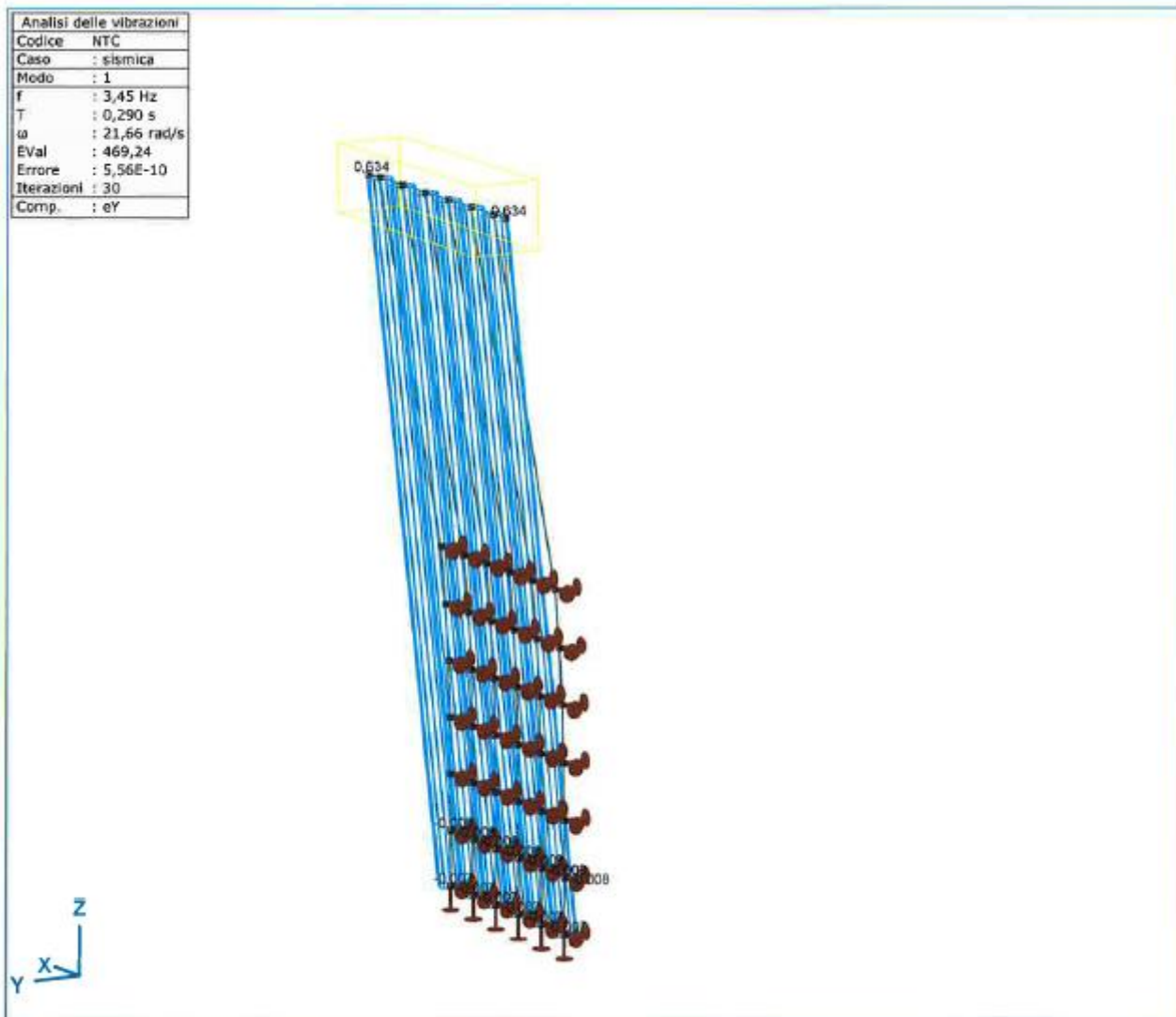


LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

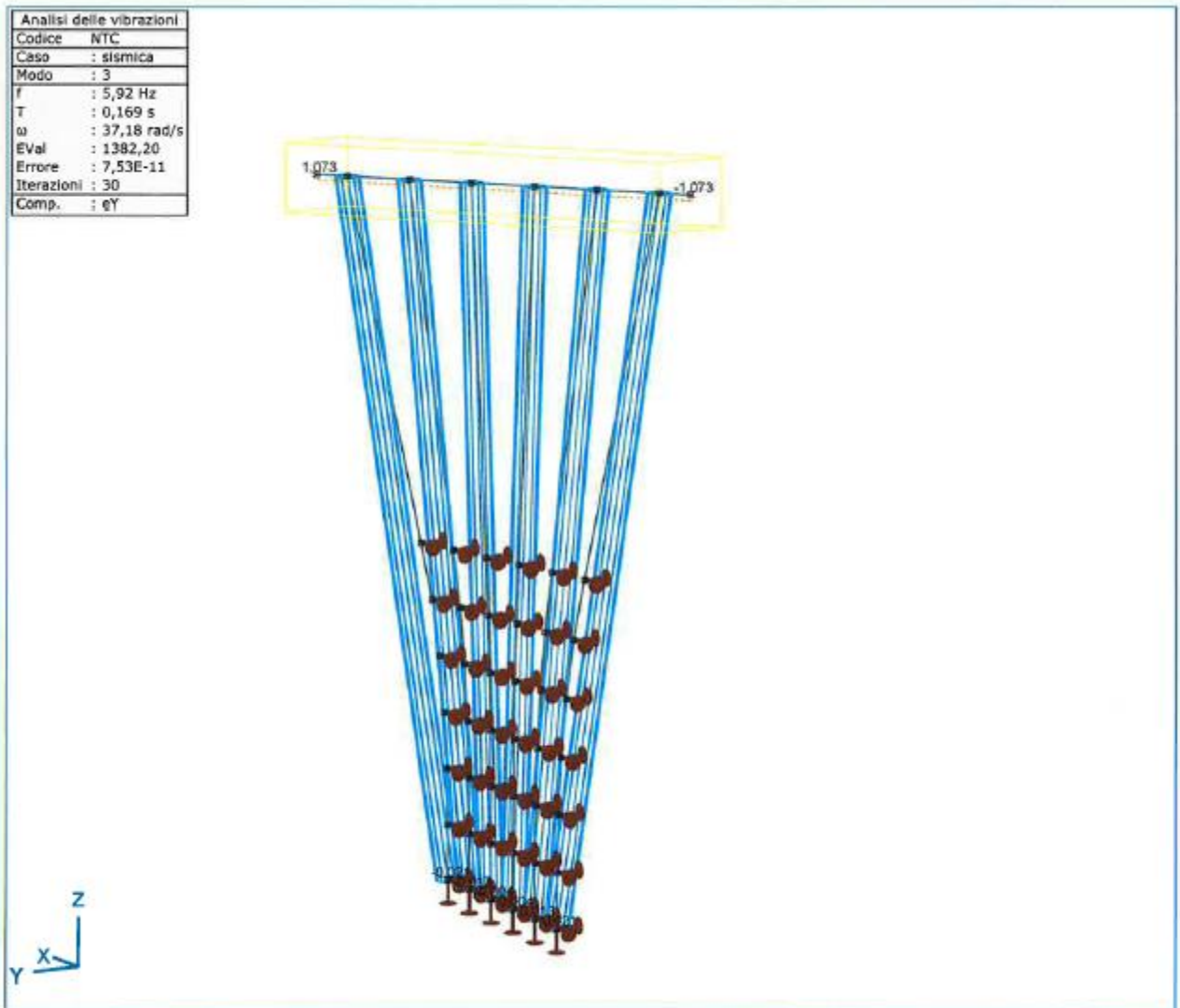


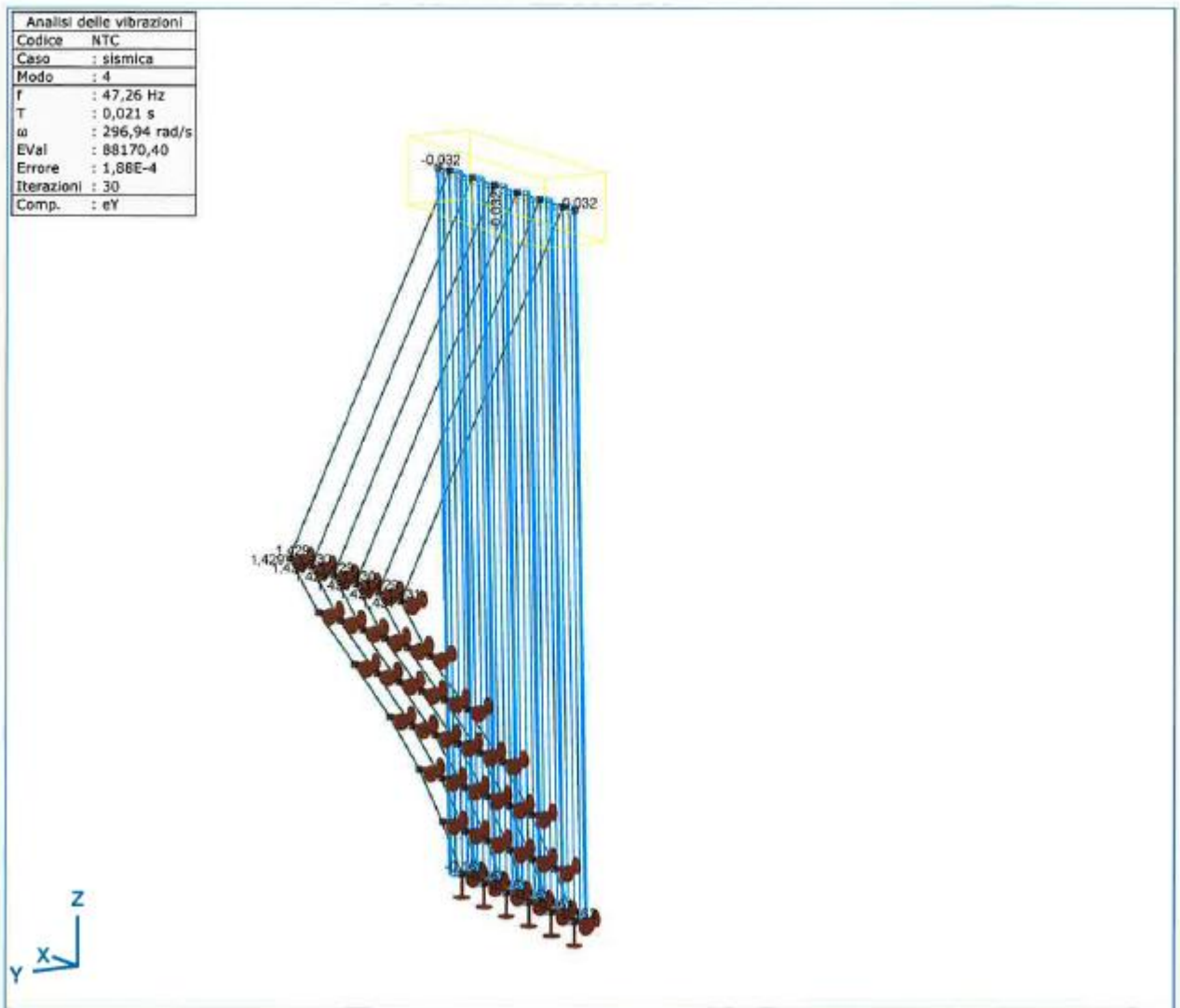
VIBRAZIONI

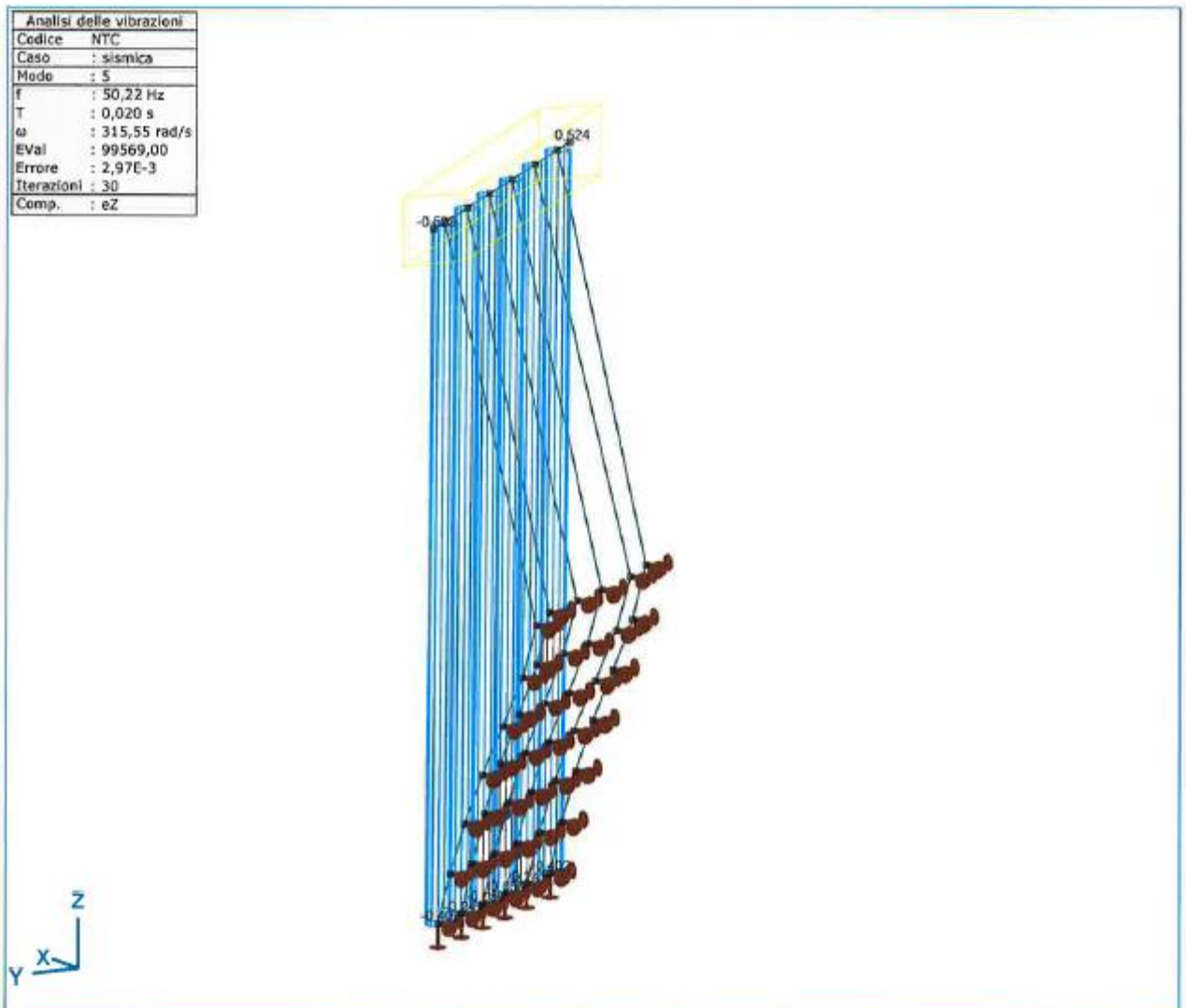


| Analisi delle vibrazioni | |
|--------------------------|---------------|
| Codice | NTC |
| Caso | : sismica |
| Modo | : 2 |
| f | : 4,88 Hz |
| T | : 0,205 s |
| ω | : 30,66 rad/s |
| EVal | : 940,18 |
| Errore | : 3,39E-11 |
| Iterazioni | : 30 |
| Comp. | : eZ |



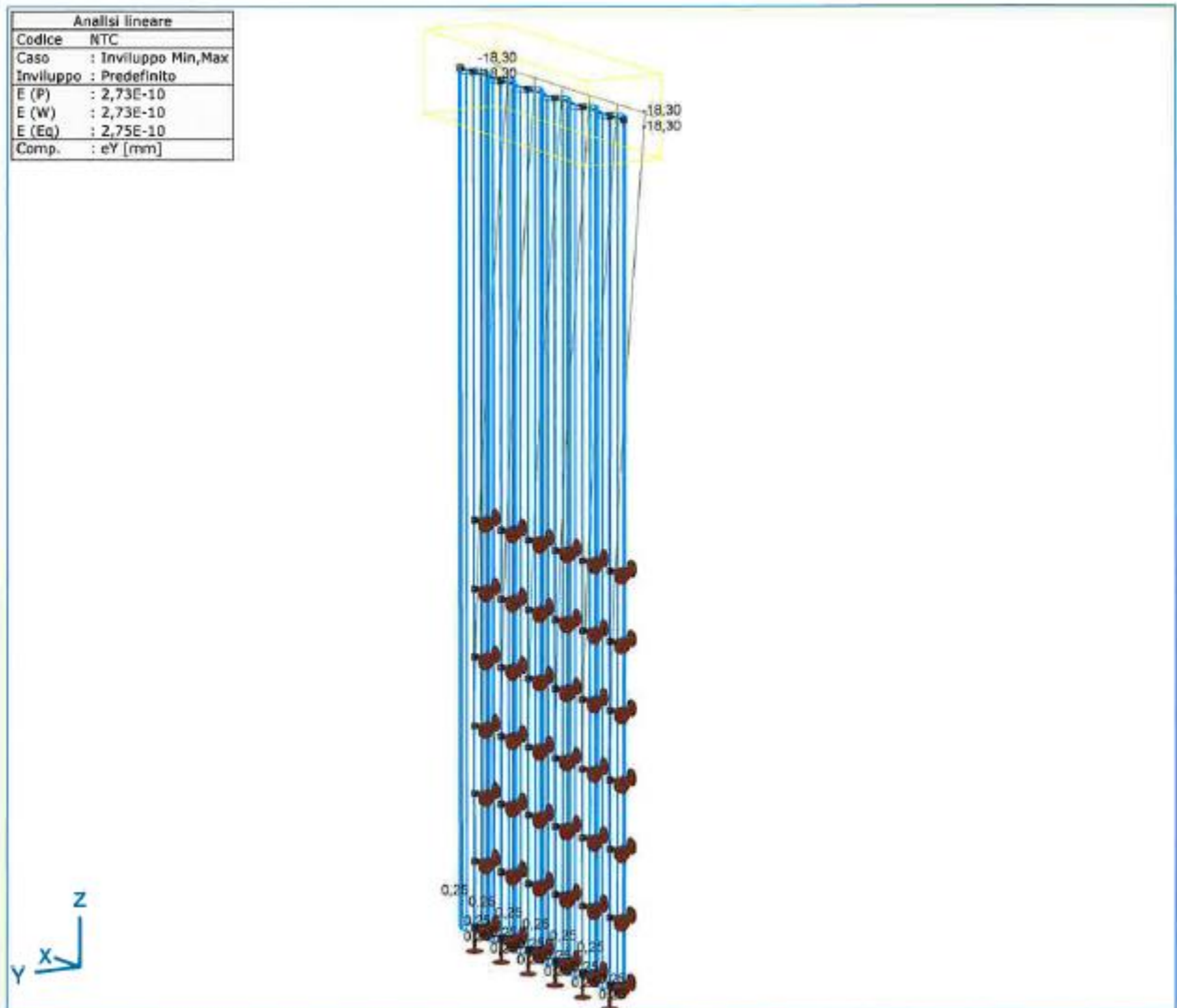




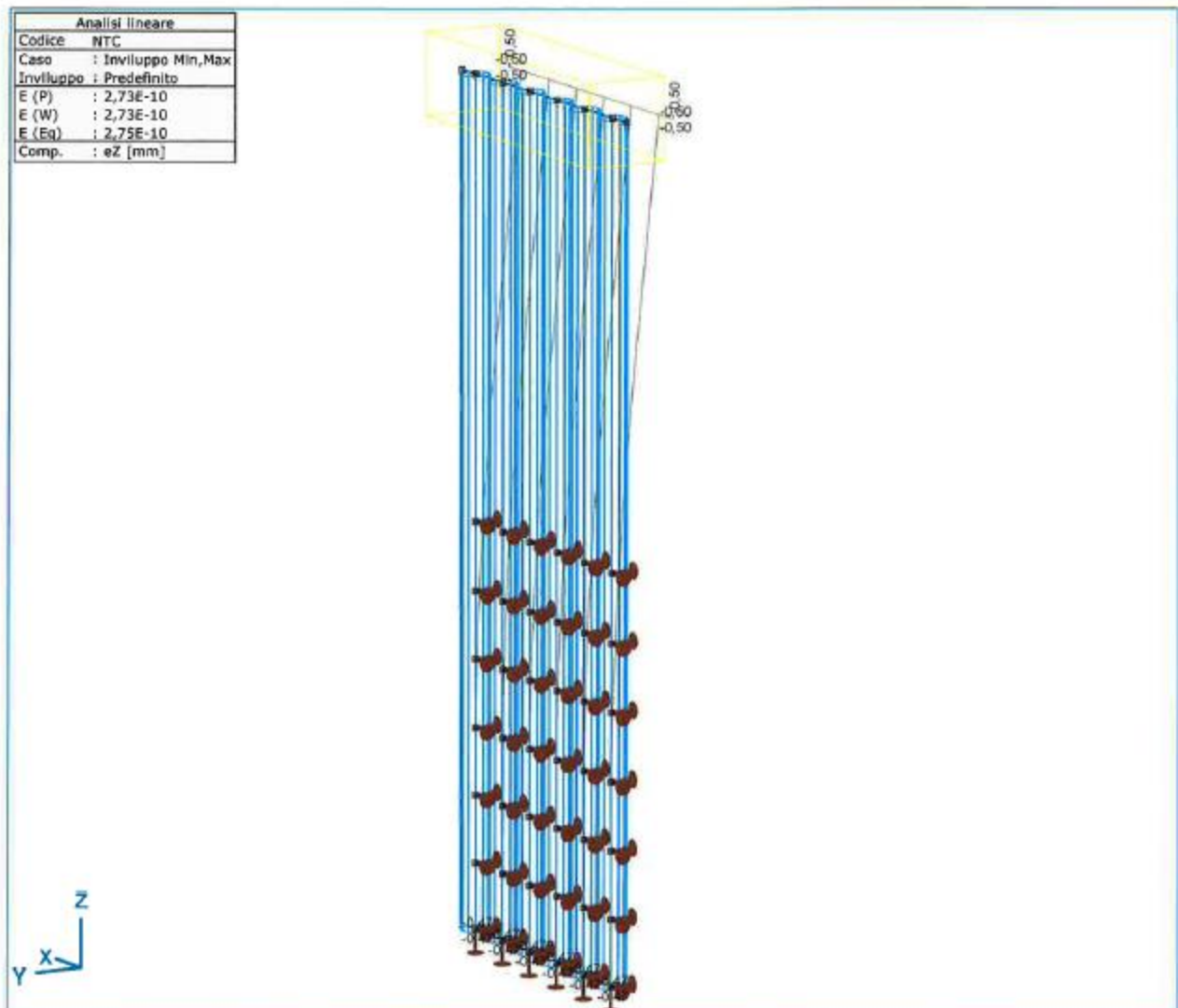


SPOSTAMENTI

E_y , E_z



+





LAVORI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA LUNGO IL FIUME
LABRO NEL CENTRO ABITATO DI MONZA – LOTTO 1

Progetto Definitivo - Esecutivo
Relazione di calcolo delle strutture

SOLLECITAZIONI

N_x = Azioni assiali in direzione X

N_y = Azioni assiali in direzione Y

M_z = Momenti flettenti in direzione Z

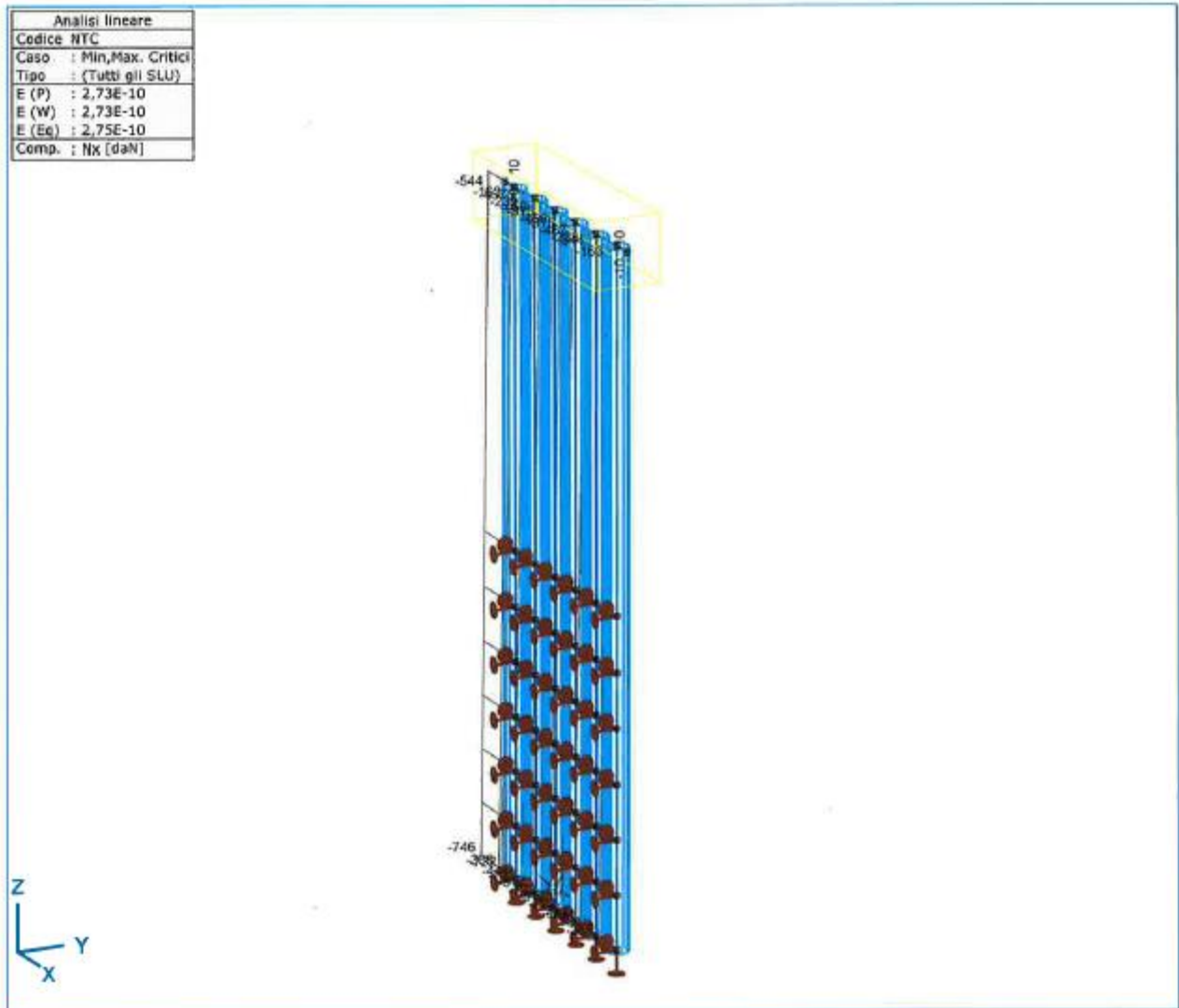
M_y = Momenti flettenti in direzione Y

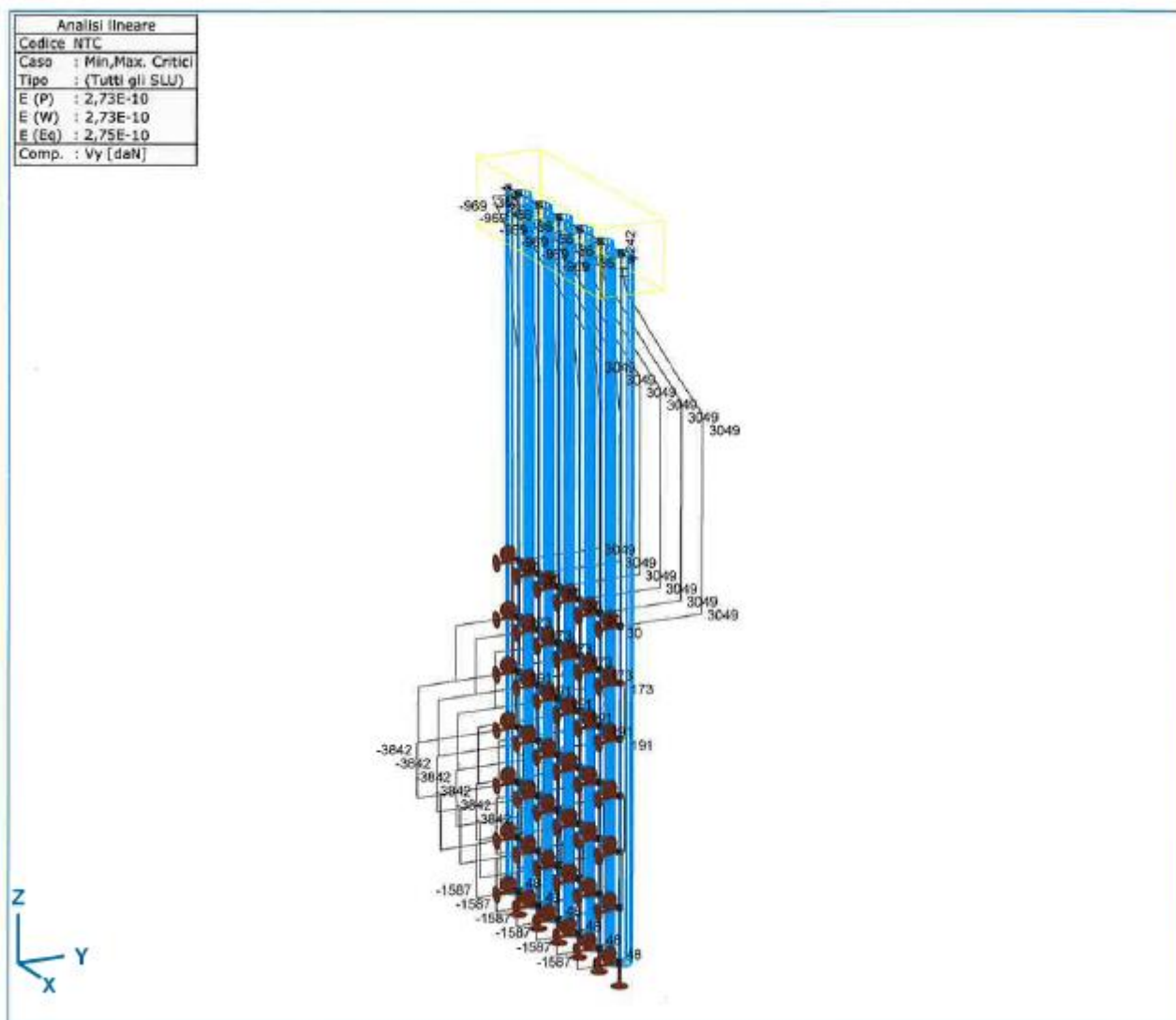
V_y = Azioni taglienti in direzione Y

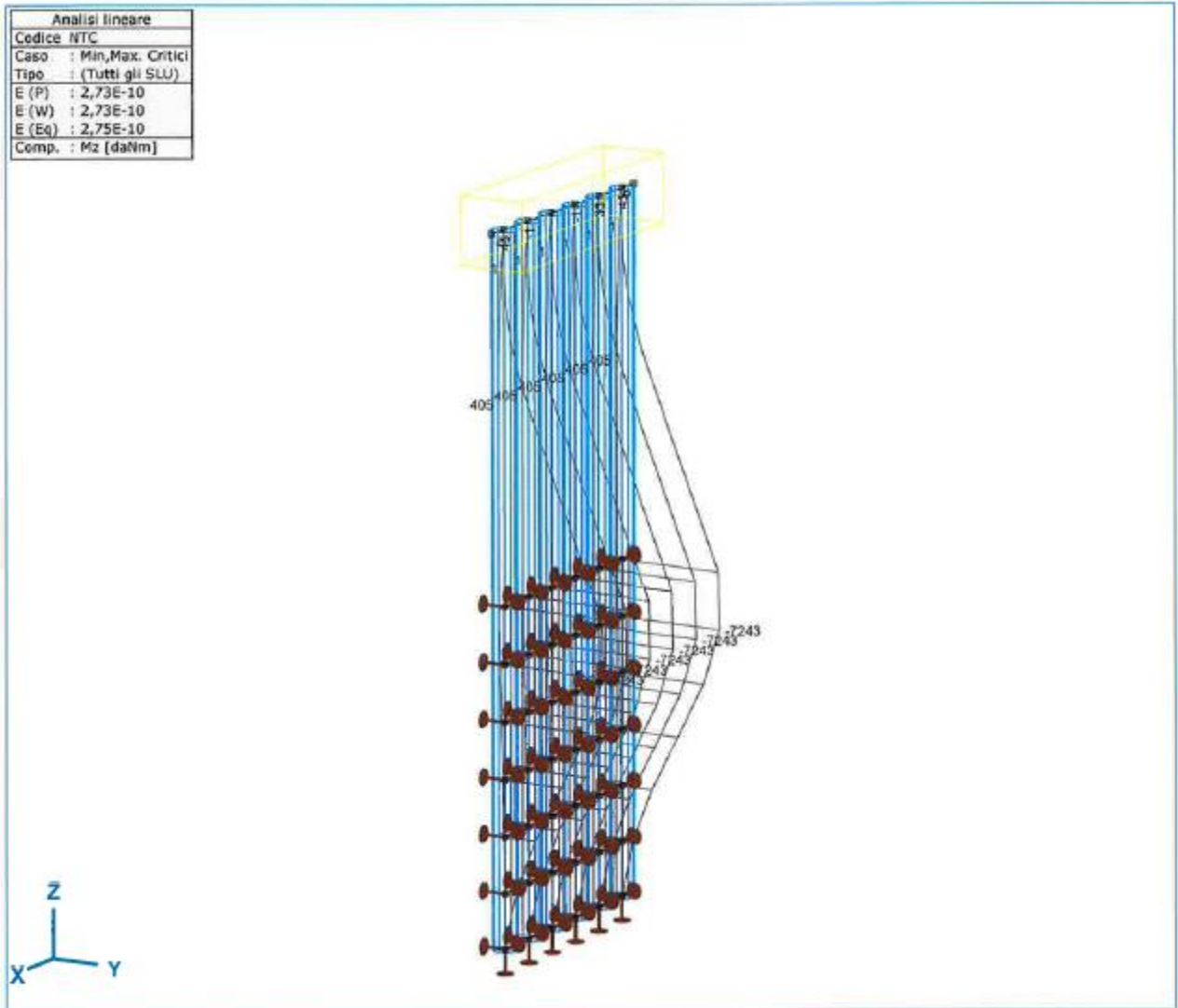
V_z = Azioni taglienti in direzione Z

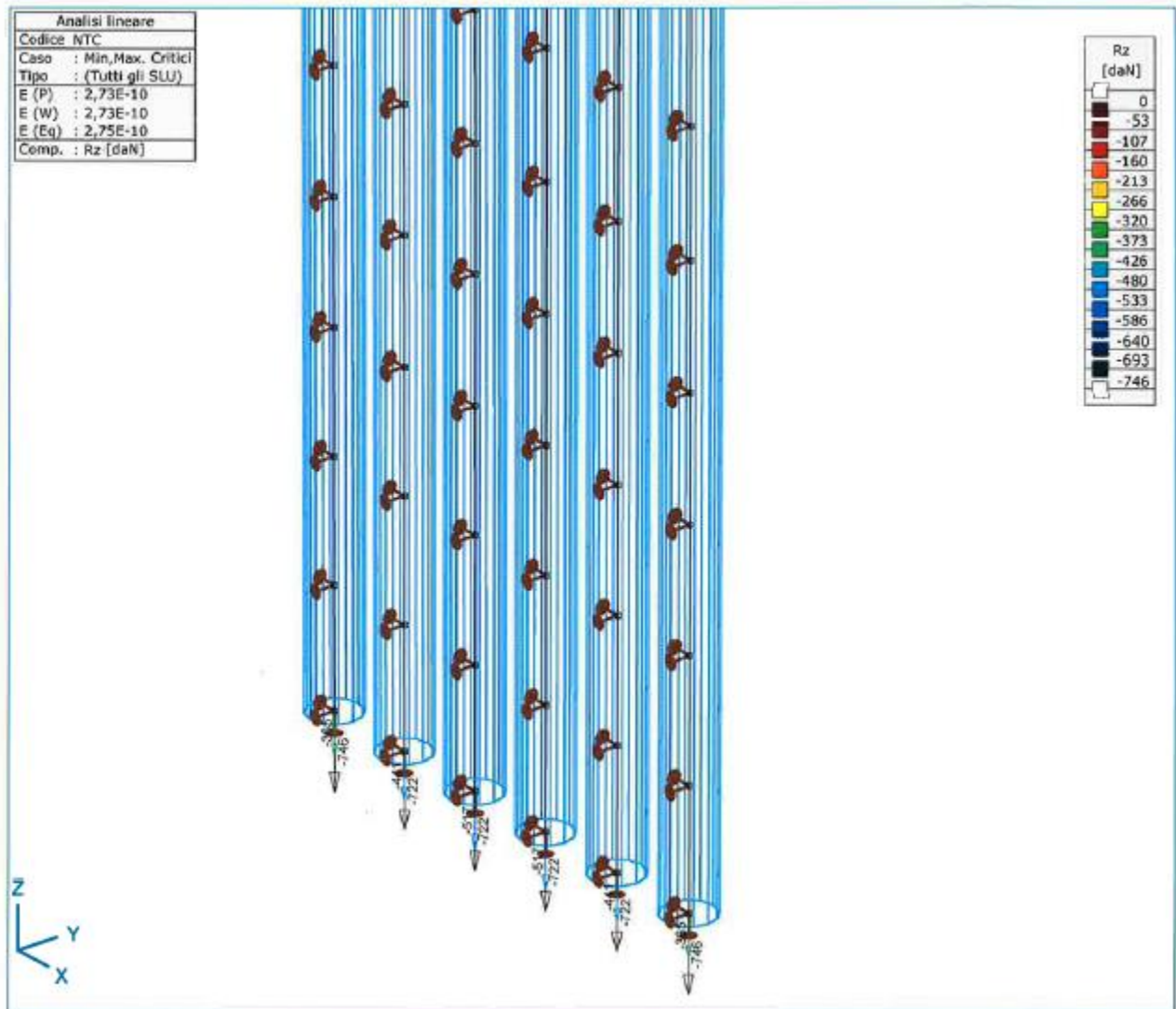
R_y = Reazioni vincolari in direzione Y

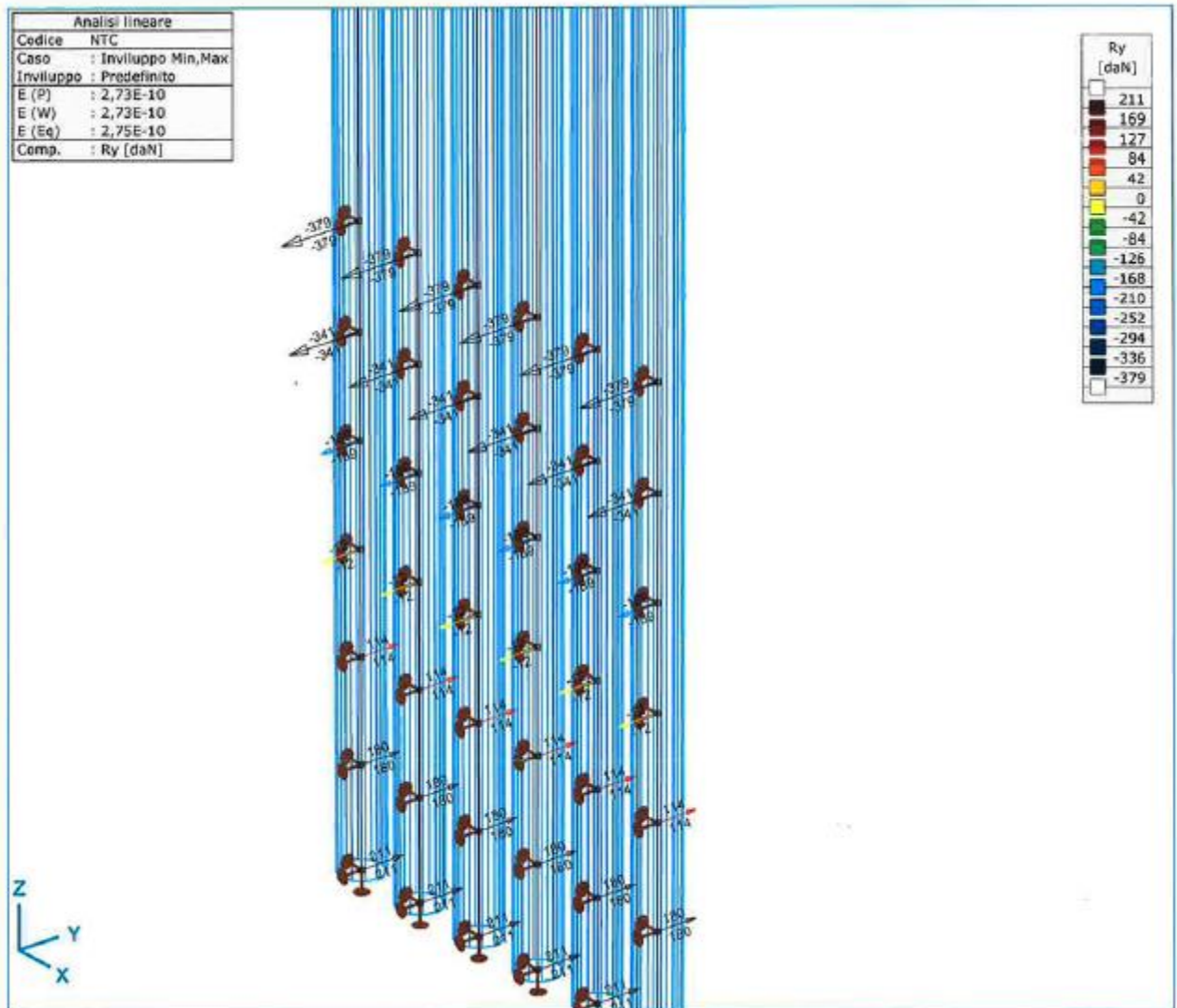
R_z = Reazioni vincolari in direzione Z

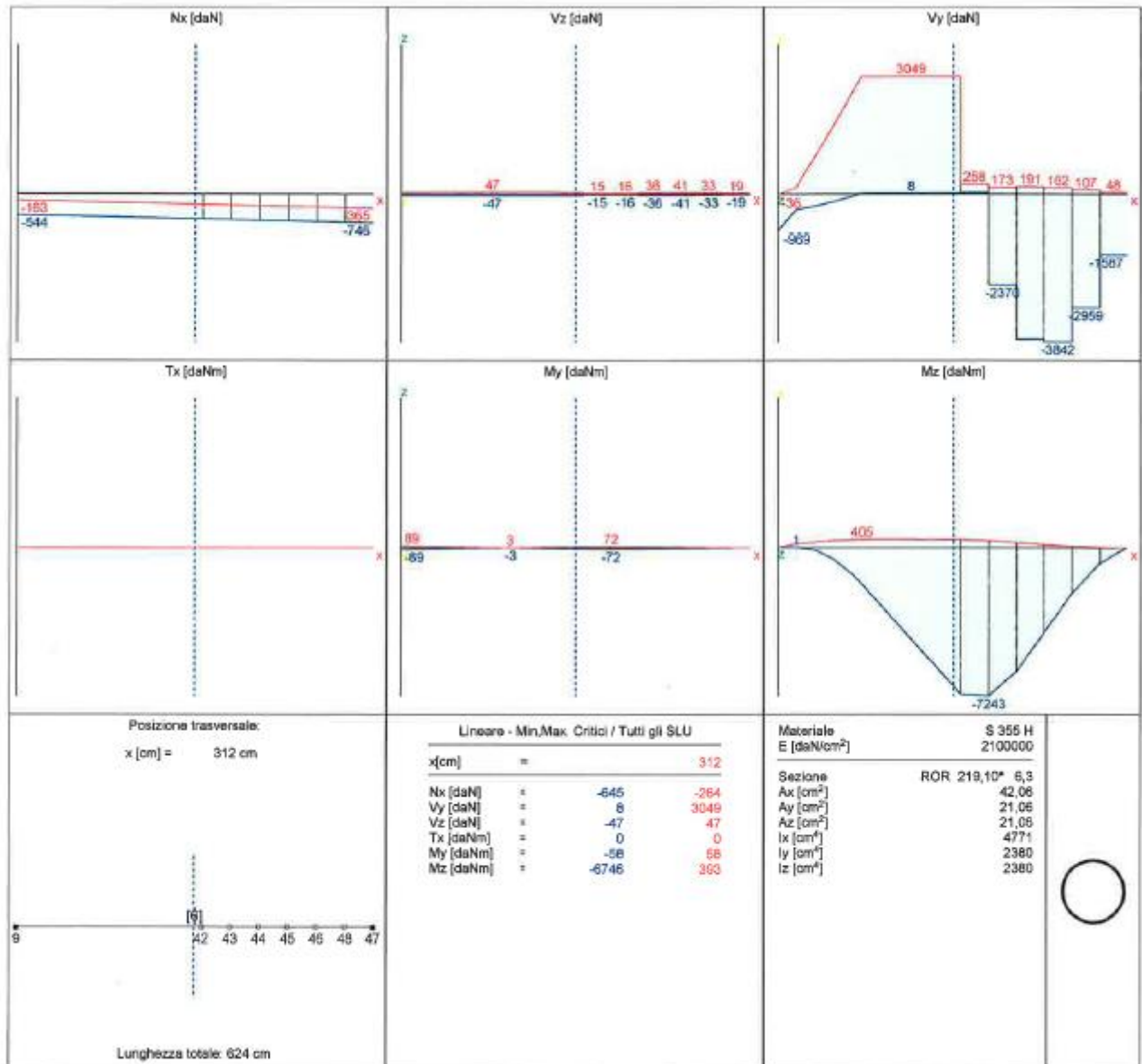


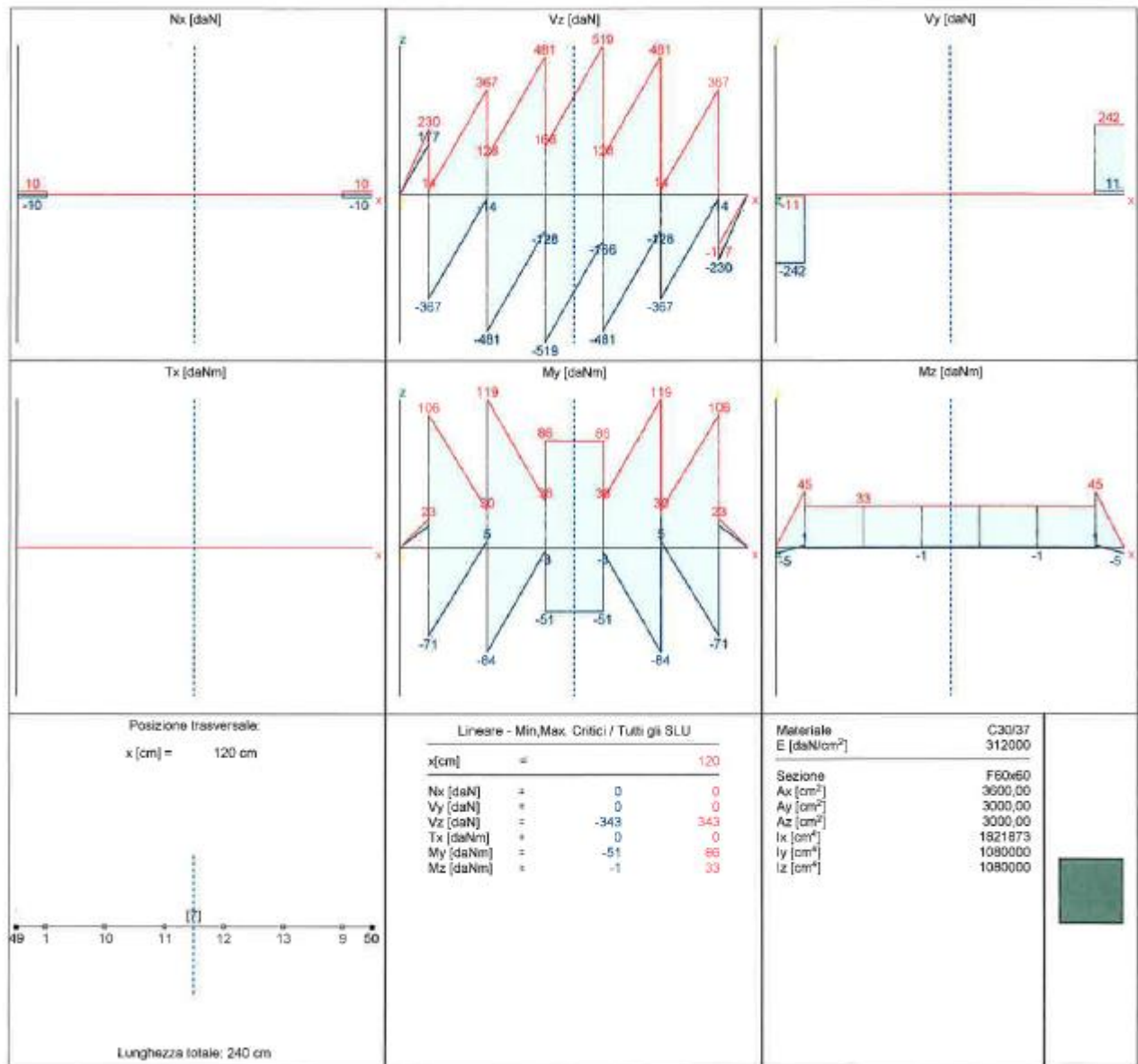




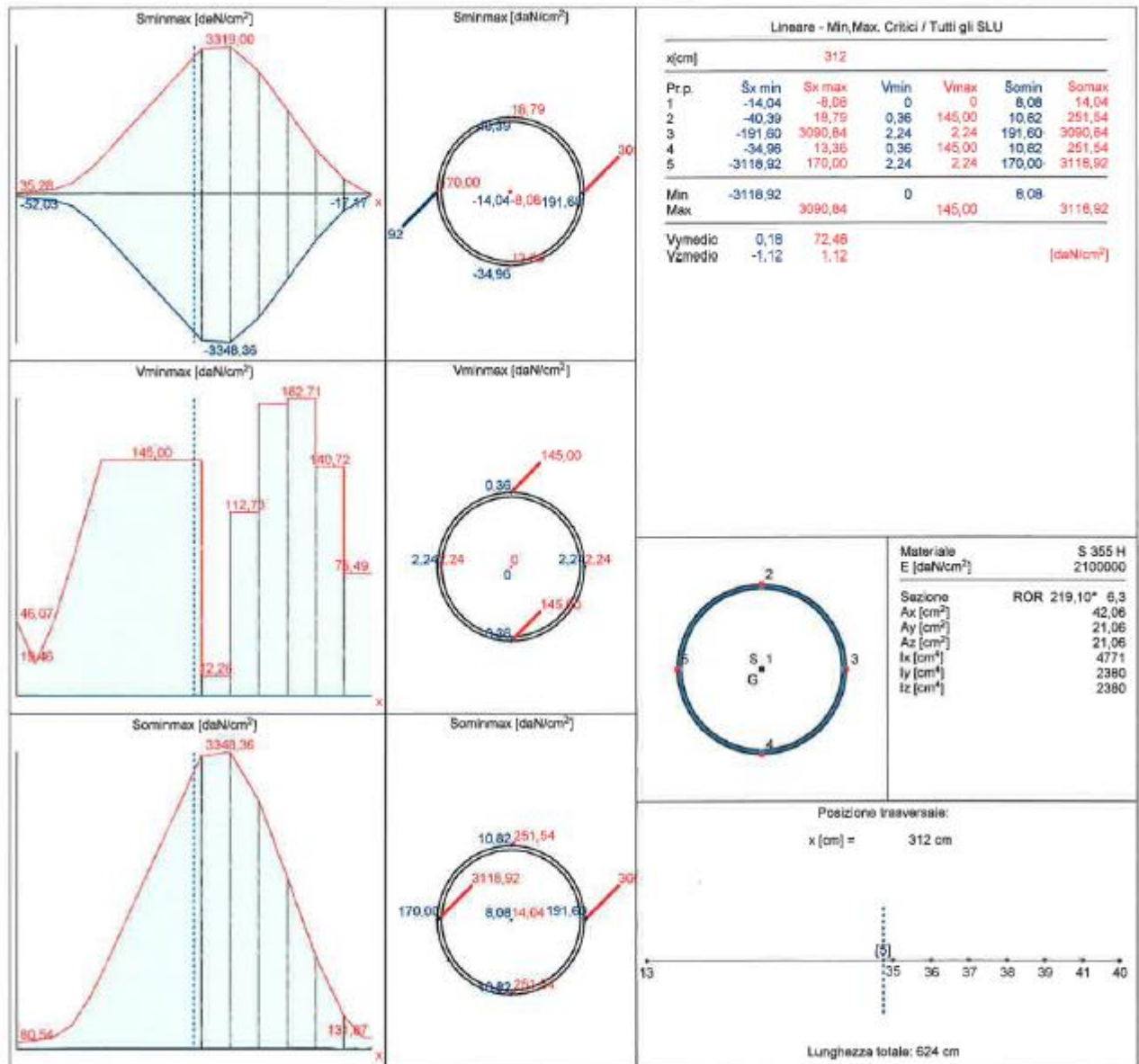








VERIFICA TENSIONI ARMATURA MICROPALI



[illegible]

Camp = Numero campata

Sup. SX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio sinistro

Sup. C = entità della fessurazione al lembo superiore in campata

Sup. DX = entità della fessurazione al lembo superiore dell'appoggio destro

Inf. SX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio sinistro

Inf. C = entità della fessurazione al lembo inferiore in campata

Inf. DX = entità della fessurazione al lembo inferiore dell'appoggio destro

Lung./h utile Lim. = rapporto massimo tra luce e altezza utile della campata

Lung./h utile = rapporto reale tra luce e altezza utile della campata

DATI GENERALI PROGETTO

Normativa: Norme Tecniche 2008 - classe d'utilità: CDB

MATERIALI

CALCESTRUZZO

| Classe di resistenza | fck [daN/cm ²] | γ c-SLV | fctd-SLV [daN/cm ²] | γ c-SLD | fctd-SLD [daN/cm ²] |
|----------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| - | 300,00 | 1,50 | 6,38 | 1,00 | 9,56 |

ACCIAIO

| Codice | Es [daN/cm ²] | fyk [daN/cm ²] | γ s-SLV | fyd-SLV [daN/cm ²] | γ s-SLE | γ s-SLD | fyd-SLD [daN/cm ²] |
|--------|------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| B450C | 2060000 | 4500 | 1.15 | 3913.04 | 1.00 | 1.00 | 4500.00 |

DATI GENERALI TRAVE: T101-107

| | |
|--------------|---------|
| Calcestruzzo | Acciaio |
| - | B450C |

SEZIONI

| Code | Base sup. [cm] | Base inf. [cm] | Altezza [cm] | Anima [cm] | Ala sup. [cm] | Ala inf. [cm] |
|--------|----------------|----------------|--------------|------------|---------------|---------------|
| R 6060 | 0.00 | 60.00 | 60.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

CAMPATE - ASTE AXIS

(T) trave; (N) nervatura; (R) reticolare

Campata: 1 - Aste Axis: 46(T)

Campata: 2 - Aste Axis: 47(T)

Campata: 3 - Aste Axis: 8(T)

Campata: 4 - Aste Axis: 48(T)

Campata: 5 - Aste Axis: 9(T)

Campata: 6 - Aste Axis: 10(T)

Campata: 7 - Aste Axis: 49(T)

GEOMETRIA

a = lato pilastro parallelo asse trave espresso in [cm]

b = lato pilastro perpendicolare asse trave espresso in [cm]

| | | | | Pil iniziale | | | Pil finale | | |
|------|-----------|---------|------|--------------|----|----|-------------|----|----|
| Camp | Luce [cm] | Sezione | Nome | nome | a | b | nome | a | b |
| 1 | 20 | R 6060 | T101 | | 0 | 0 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 2 | 40 | R 6060 | T102 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 3 | 40 | R 6060 | T103 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 4 | 40 | R 6060 | T104 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 5 | 40 | R 6060 | T105 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 6 | 40 | R 6060 | T106 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | MrtKmtMeret | 22 | 22 |
| 7 | 20 | R 6060 | T107 | MrtKmtMeret | 22 | 22 | | 0 | 0 |

RISULTATI

ARMATURA LONGITUDINALE

| | SX+ | | SX- | | C+ | | C- | | DX+ | | DX- | |
|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Camp | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] | Af teor [cm ²] | Af disp [cm ²] |
| 1 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |
| 2 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |
| 3 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |
| 4 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |
| 5 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |
| 6 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |
| 7 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 | 11,19 | 18,85 |

VERIFICHE FLESSIONE - SLU

| | SX+ | | | SX- | | | C+ | | | C- | | | DX+ | | | DX- | | |
|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|---------------|---------------|------|
| Camp | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs | Msd [daNm] | Mrd [daNm] | cs |
| 1 | 0 | 39167 | 0,00 | -10 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | -10 | -39167 | 0,00 |
| 2 | 50 | 39167 | 0,00 | -85 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 50 | 39167 | 0,00 | -85 | -39167 | 0,00 |
| 3 | 62 | 39167 | 0,00 | -97 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 62 | 39167 | 0,00 | -97 | -39167 | 0,00 |
| 4 | 51 | 39167 | 0,00 | -86 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 51 | 39167 | 0,00 | -86 | -39167 | 0,00 |
| 5 | 62 | 39167 | 0,00 | -97 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 62 | 39167 | 0,00 | -97 | -39167 | 0,00 |
| 6 | 50 | 39167 | 0,00 | -85 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 50 | 39167 | 0,00 | -85 | -39167 | 0,00 |
| 7 | -8 | 39167 | 0,00 | -10 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | 0 | -39167 | 0,00 | 0 | 39167 | 0,00 | -10 | -39167 | 0,00 |

GERARCHIE RESISTENZE: calcolo taglio travi - SLV

| | SX | | | | | | | | DX | | | | | | | | | |
|------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Camp | Msd+ [daNm) | Msd- [daNm) | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm) | Mrd- [daNm) | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] | Msd+ [daNm) | Msd- [daNm) | Af+ [cm] | Af- [cm] | Mrd+ [daNm) | Mrd- [daNm) | Tx max [daN] | Tx min [daN] | Tx ger [daN] |
| 1 | 0 | -10 | 18,85 | 18,85 | 39.167 | -39.167 7 | 0 | 0 | 391.67 0 | 0 | -10 | 18,85 | 18,85 | 39.167 | -39.167 7 | -177 | -177 | -391.8 47 |

VERIFICHE TAGLIO - SLU

| Camp | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vrzd C [daN] | Vrzd E [daN] | Vrzd A [daN] | Vsd C max [daN] | Vsd E max [daN] | Vsd A max [daN] |
|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 121.988 | 0 | 0 | 121.988 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 121.988 | 0 | 0 | 121.988 | 0 | 0 | 279 | 0 | 0 |
| 3 | 121.988 | 0 | 0 | 121.988 | 0 | 0 | 393 | 0 | 0 |
| 4 | 121.988 | 0 | 0 | 121.988 | 0 | 0 | 431 | 0 | 0 |
| 5 | 121.988 | 0 | 0 | 121.988 | 0 | 0 | 393 | 0 | 0 |
| 6 | 121.988 | 0 | 0 | 121.988 | 0 | 0 | 279 | 0 | 0 |
| 7 | 97.111 | 0 | 0 | 97.111 | 0 | 0 | 88 | 0 | 0 |

STAFFE

| | Campo centrale | | | Campo estremità | | | Campo appoggio | | |
|------|----------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| Camp | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] | Passo [cm] | Diam [mm] | Lung [cm] |

| | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 5 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 5 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 5 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 5 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 5 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 10 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VERIFICHE SLE

| Camp | Fessurazione comb.QP (max amm. 0.3 [mm]) | | | | | | Fessurazione comb.Freq (max amm. 0.4 [mm]) | | | | | | Stati limite di deformazione | |
|------|--|------------|--------------|-------------|------------|-------------|--|------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------------------------|-----------------|
| | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | Sup.sx [mm] | Sup.c [mm] | Sup.d X [mm] | Inf.sx [mm] | Inf.c [mm] | Inf.dX [mm] | (Lung. / h utile) lim. | Lung. / h utile |
| 1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,60 | 0,15 |
| 2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 0,30 |
| 3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 0,30 |
| 4 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 0,30 |
| 5 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 0,30 |
| 6 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 28,52 | 0,30 |
| 7 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 7,60 | 0,15 |

VERIFICA COEFFICIENTI DI SICUREZZA MOLLE

h = da quota di campagna

h = 3.75m $R_{my} = 1379 \text{ daN}$ $R_y = 379 \text{ daN}$ $\gamma = 3.63 > 1.3$ h = 4.25m $R_{my} = 2450 \text{ daN}$ $R_y = 341 \text{ daN}$ $\gamma = 7.18 > 1.3$ h = 7.00m $R_{mz} = 14998 \text{ daN}$ $R_z = 746 \text{ daN}$ $\gamma = 20.1 > 2.3$

VERIFICA MAUALE ARMATURA MICROPALI

 $\Phi = 219.1 \text{ mm}$ $Sp = 6.3 \text{ mm}$ $A_x = 42.1 \text{ cm}^2$ $W_z = 218 \text{ cm}^2$ $N_x = -746 \text{ daN}$ $M_{ez} = 7243 \text{ daNm}$ $V_{ey} = 3049 \text{ daN}$ $\gamma = 1.05$

$$\frac{746 \times 1.05}{3350 \times 42.1} + \frac{724300 \times 1.05}{3350 \times 218} = 1 \leq 1 \quad \text{VERIFICATA}$$

SOGGETTI

NORD MILANO CONSULT s.r.l.
Società d'ingegneria
IL DIRETTORE TECNICO
(dott. arch. Michela Di Mento)

IL PROGETTISTA DELLE OPERE STRUTTURALI

(dott. ing. Caterina Aliverti)