



# UNIVERSITÀ DI PARMA

AREA EDILIZIA E INFRASTRUTTURE

Parco Area delle Scienze n. 31/A - 43124 PARMA - Tel. 0521.905500 - Fax 0521.347020

## EX CARCERE DI SAN FRANCESCO

Piazzale San Francesco n. 3 - 43121 Parma

### RESTAURO CONSERVATIVO E RIUSO DELL'EX CARCERE GIUDIZIARIO A STRUTTURA RESIDENZIALE PER STUDENTI UNIVERSITARI



Tavola

V2.D02

Scala

PERIZIA SUPPLETIVA E DI VARIANTE N. 02

PROGETTO STRUTTURE VARIANTE

Relazione di calcolo opere strutturali-Locali tecnici

FASE

Variante 02

CODICE CUP

D99D16003530005

CODICE CIG

8709987CA4

COORDINATORE DEL PROGETTO e RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Pierangelo Spina

RESPONSABILE UO SVILUPPO EDILIZIO E INFRASTRUTTURE



DIRETTORE DEI LAVORI

- Arch. A.P. Donadello  
COORDINATORE DELLA SICUREZZA  
- Geom. Luca Andrean



CODICE SIPE

19.11

OPERA

OPP\_2015\_032

REVISIONE

00

DATA

07.11.2025

COLLABORATORI

Arch. Carlo Fantuzzi



## SOMMARIO

|                 |  |                  |
|-----------------|--|------------------|
| <b><u>1</u></b> | <b><u>INTRODUZIONE</u></b>   | <b><u>4</u></b>  |
| 1.1             | DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO  | 6                |
| <b><u>2</u></b> | <b><u>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</u></b>   | <b><u>10</u></b> |
| <b><u>3</u></b> | <b><u>CARICHI AGENTI</u></b>   | <b><u>12</u></b> |
| <b><u>4</u></b> | <b><u>TAV. PS.06.2 – LOCALE TECNICO A</u></b>  | <b><u>13</u></b> |
| 4.1             | NUOVA DISPOSIZIONE IN PIANTA DEI SOLAI DI COPERTURA                                    | 13               |
| <b><u>5</u></b> | <b><u>TAV. PS.06.3 – LOCALE TECNICO B</u></b>  | <b><u>14</u></b> |
| 5.1             | NUOVA DISPOSIZIONE IN PIANTA DEI SOLAI DI COPERTURA                                    | 14               |
| <b><u>6</u></b> | <b><u>ANALISI STATICA E VERIFICHE</u></b>  | <b><u>15</u></b> |
| 6.1             | VISUALIZZAZIONE DEI MODELLI F.E.M.   | 15               |
| 6.2             | INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI   | 16               |
| 6.3             | VERIFICHE TRAVI IN C.A. PRINCIPALI   | 18               |
| 6.4             | VERIFICHE LASTRA PREDALLES   | 22               |
| 6.5             | VERIFICHE TRAVI IN ACCIAIO   | 26               |
| 6.6             | VERIFICHE SELLA DI APPOGGIO DELLE TRAVI METALLICHE IPE220                              | 29               |
| 6.7             | VERIFICHE DELL' ANCORAGGIO DELLE SELLE A SOSTEGNO DELLE TRAVI IN CARPENTERIA METALLICA | 33               |



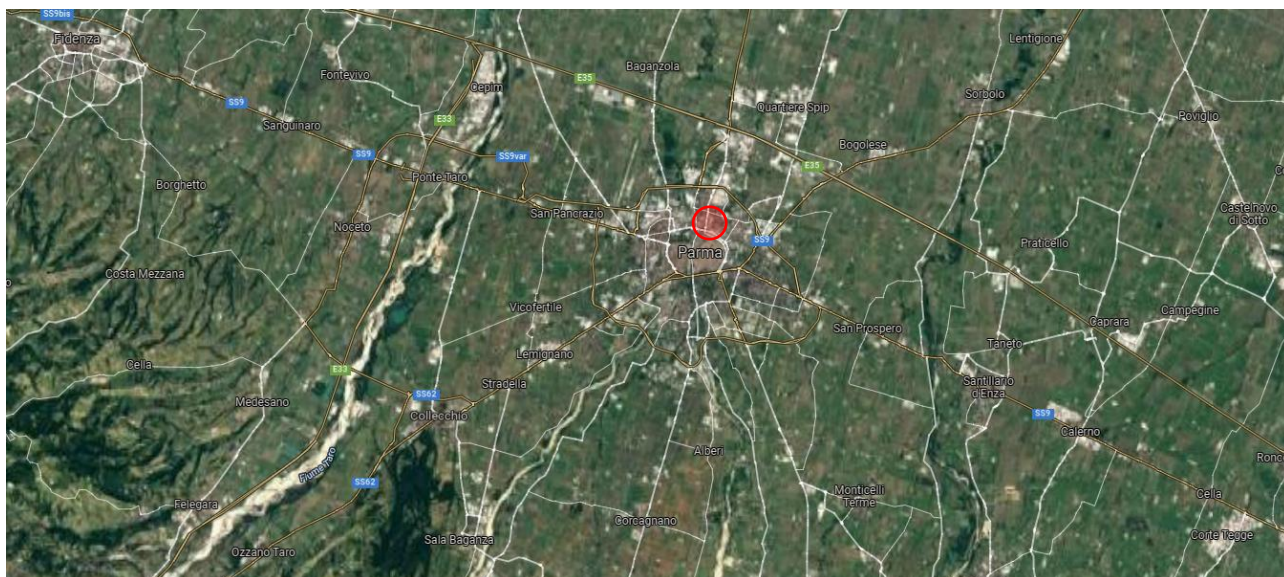


## 1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono riportate le verifiche e le considerazioni relative alla perizia di variante n°2 del progetto di restauro conservativo e riuso dell'ex carcere giudiziario a struttura residenziale per studenti universitari San Francesco a Parma. L'edificio è identificato nelle immagini che seguono.

La presente relazione tratta i nuovi manufatti interrati destinati ad uso di centrali tecnologiche.

NB: La presente relazione non va a sostituire, ma ad integrare la relazione di calcolo del progetto esecutivo.



*Localizzazione su vasta scala dell'edificio in oggetto*



*Inquadramento area*





*Vista aerea Fabbricato*



*Pianta del fabbricato con indicazione dei locali tecnici*

## 1.1 Descrizione dell'edificio

Il complesso delle ex carceri di san Francesco ha pianta a doppio pettine ed è costituito da tre corpi di fabbrica a pianta rettangolare (maniche), di cui quello centrale è di larghezza doppia rispetto ai laterali, uniti in direzione nord-sud da un edificio lungo e stretto con funzioni distributive e di collegamento, a testate curvilinee.

Le maniche settentrionale e meridionale sono composte da un sistema di celle allineate lungo un corridoio di distribuzione, il cui muro più esterno rappresenta uno dei lati di un cortile interno. La manica centrale doppia è composta da due corridoi centrali paralleli e divisi da muri senza soluzione di continuità – fa eccezione l'interruzione nel punto di intercettazione del corridoio centrale in direzione perpendicolare nord-sud – sui quali si affacciano i sistemi di celle allineate in direzione est-ovest, dotate di un ingresso e una sola finestra.

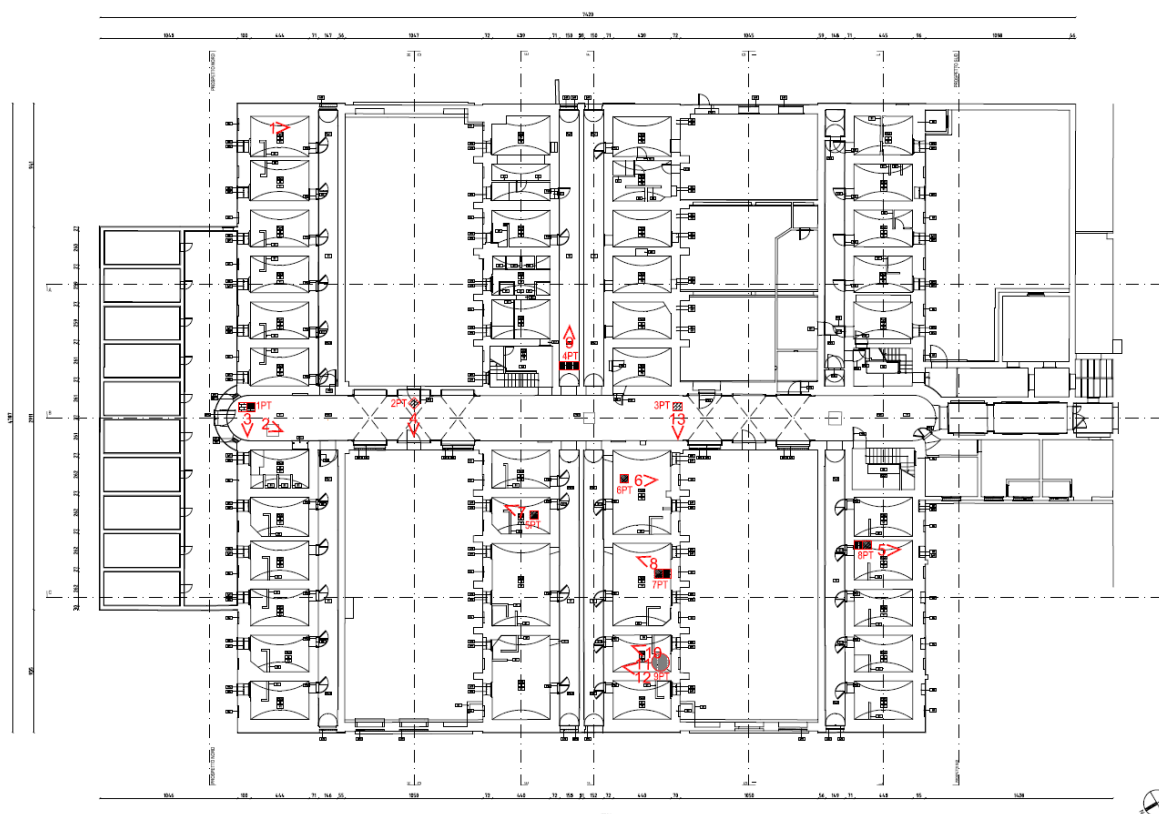
L'edificio si sviluppa in altezza per tre piani fuori terra più il sottotetto, ad esclusione di una porzione della manica centrale che invece si sviluppa su quattro piani fuori terra più il sottotetto.

Le strutture verticali sono costituite da pareti portanti in pietrame con listature in mattoni pieni e posano su fondazioni continue in pietrame listato che si attestano ad una quota di -3.30 m dal piano campagna.

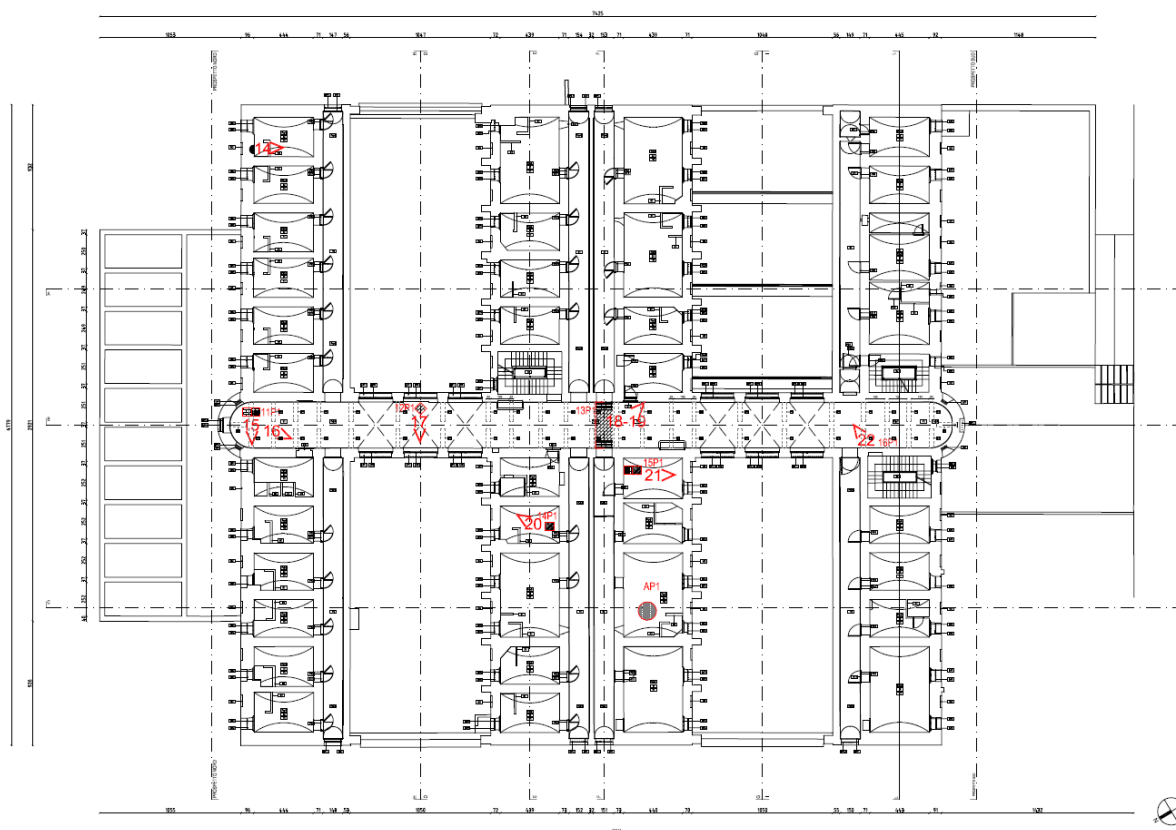
Gli orizzontamenti sono realizzati a volta a botte ad arco a tutto sesto nelle celle e nei corridoi di pertinenza, mentre sono misti, a botte e a crociera, quelli del corridoio centrale. Sono voltati anche gli orizzontamenti che chiudono i corpi scala.

La copertura è realizzata con sistemi tradizionali a capriate, terzere e travetti.

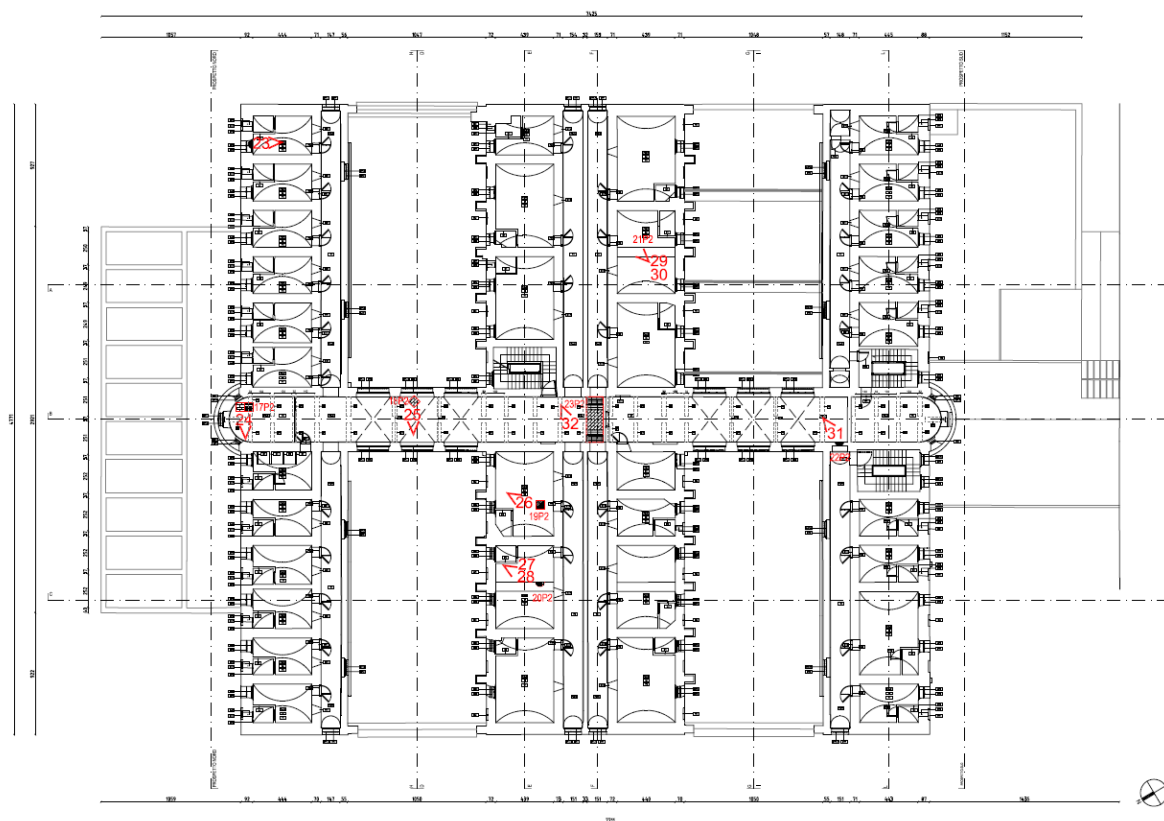
Si riportano di seguito alcune piante e sezioni dello stato di fatto.



Pianta piano terra

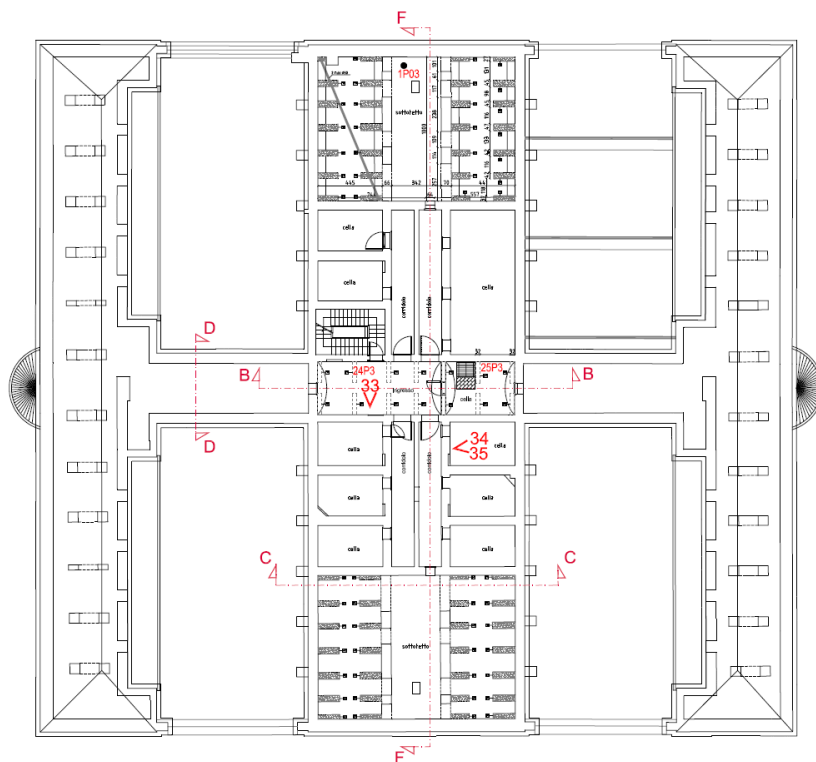


Pianta piano primo

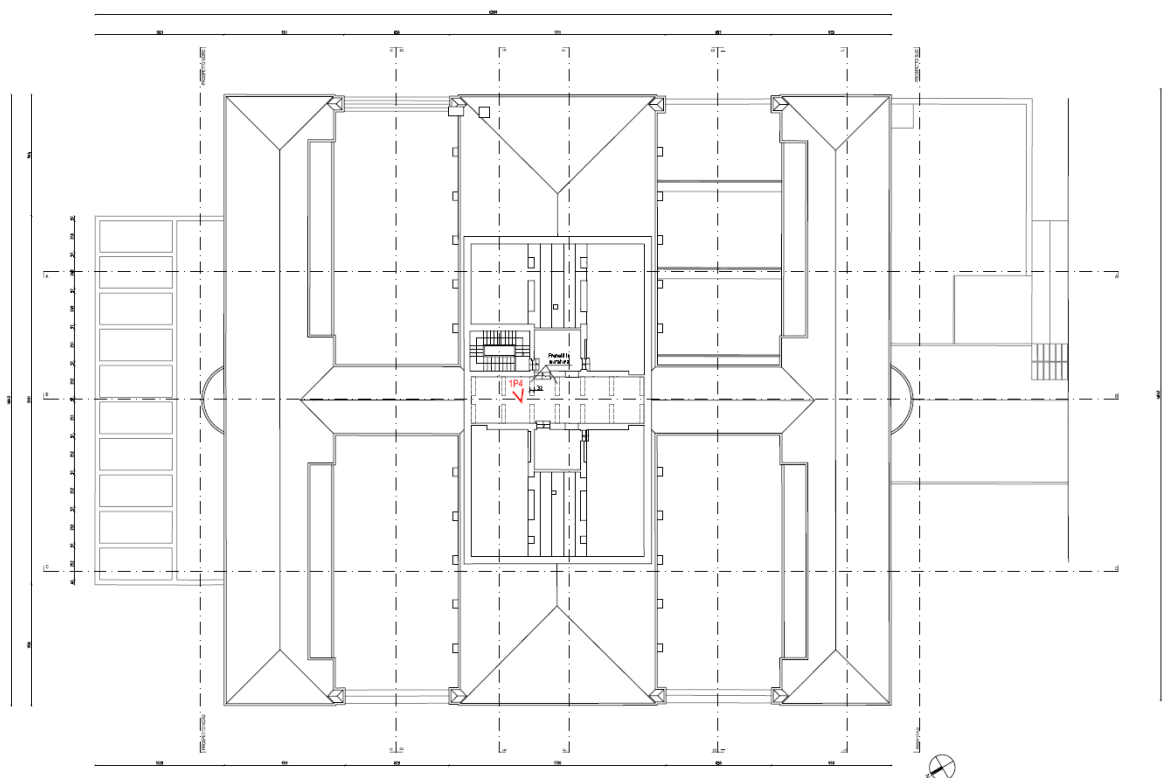


Pianta piano secondo

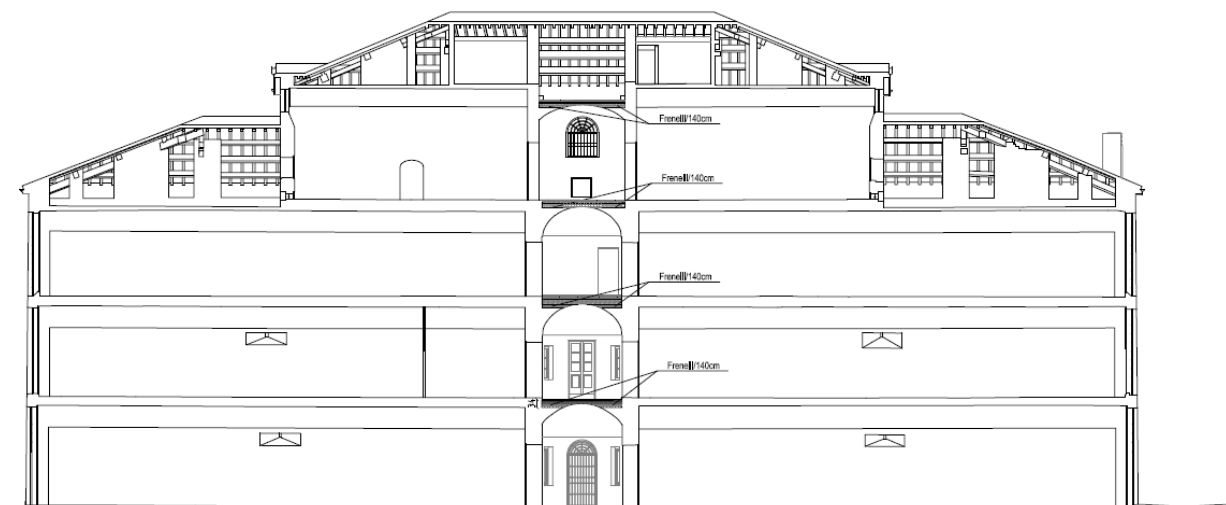




Pianta piano terzo



Pianta piano quarto



Sezione lungo la manica centrale



Sezione trasversale

## 2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Nel presente paragrafo è presente una lista degli interventi previsti nella presente perizia di variante suddivisi per relativa tavola strutturale.

Il progetto prevede la realizzazione di due locali interrati in c.a., che ospiteranno i quadri elettrici e gli impianti meccanici necessari alla nuova destinazione d'uso residenziale del complesso. Si tratta di due strutture scatolari formate da setti in c.a. di spessore 25cm e piano di fondazione posto a -2.85m dal suolo, coperte in parte da solaio prefabbricato in lastre predalles, e in parte da travi in carpenteria metallica e grigliato. Si accede ai locali interrati mediante scale con gradini metallici.

In particolare, si riportano le verifiche a seguito di modifiche non sostanziali che prevedono le medesime tipologie di solai di copertura (predalles e carpenteria metallica), ma differente disposizione in pianta in modo tale da poter accogliere i nuovi impianti e le nuove macchine.

Gli orizzontamenti sono realizzati in lastre tipo predalles  $h=20+5$ , in travi in carpenteria metallica IPE220 sostenuti da travi in c.a. di sezione 30x60.

Tavola PS.06.2 – Locale tecnico interrato A

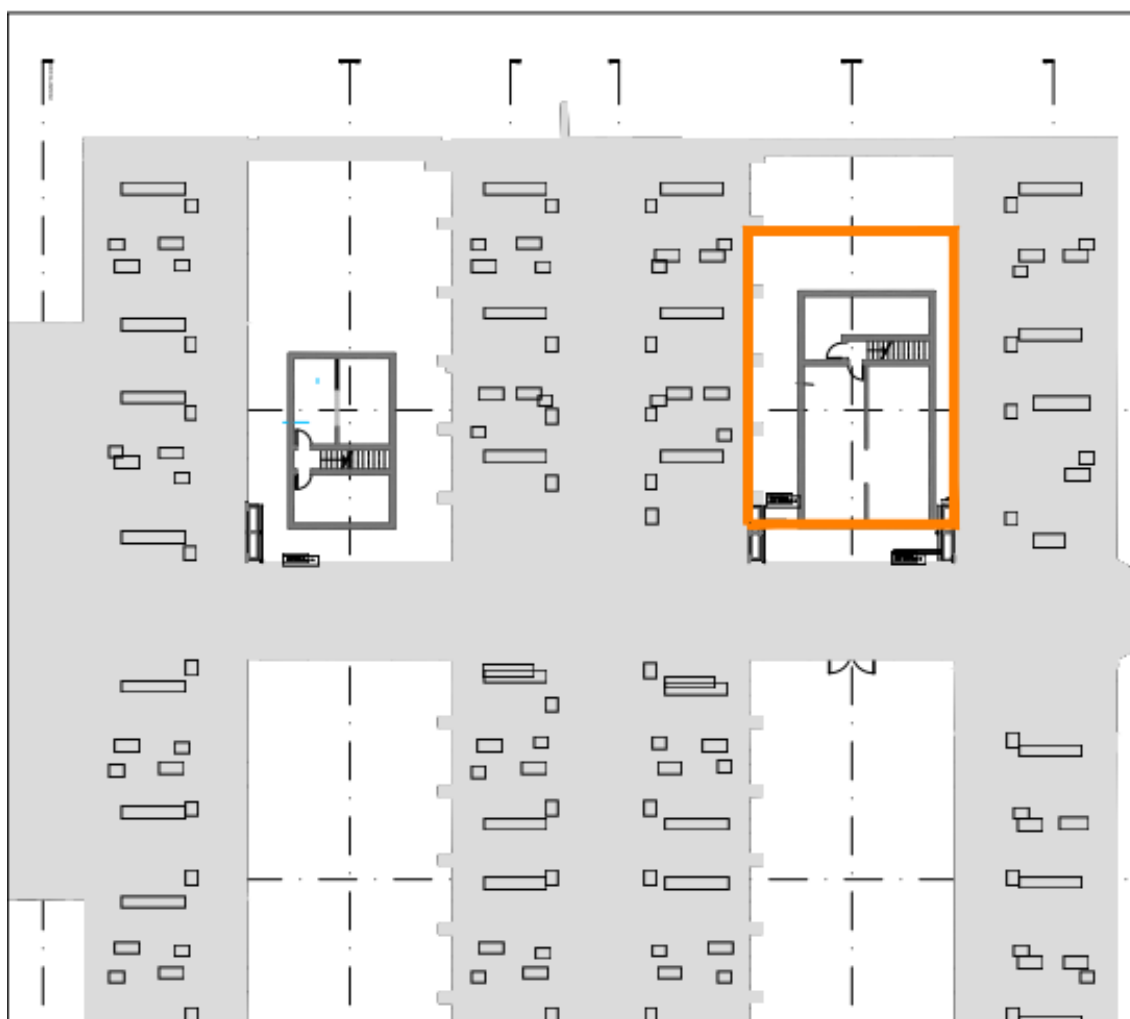
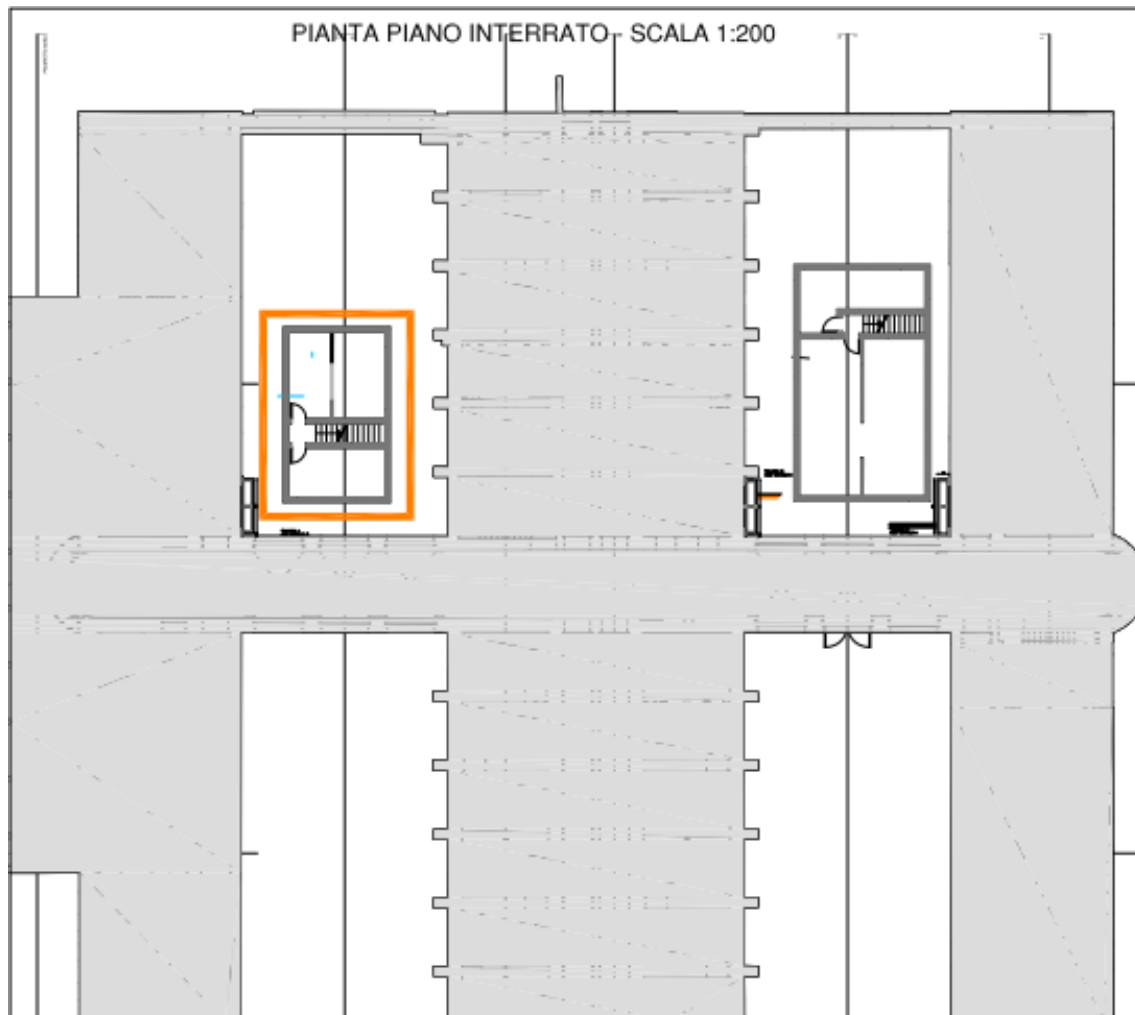




Tavola PS.06.3 – Locale tecnico interrato B



### 3 CARICHI AGENTI

Per i carichi nominali di riferimento agenti sulla struttura si fa riferimento al documento:

- D 01 – RELAZIONE ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO – REVISIONE 03, emessa in data 01/10/2019.

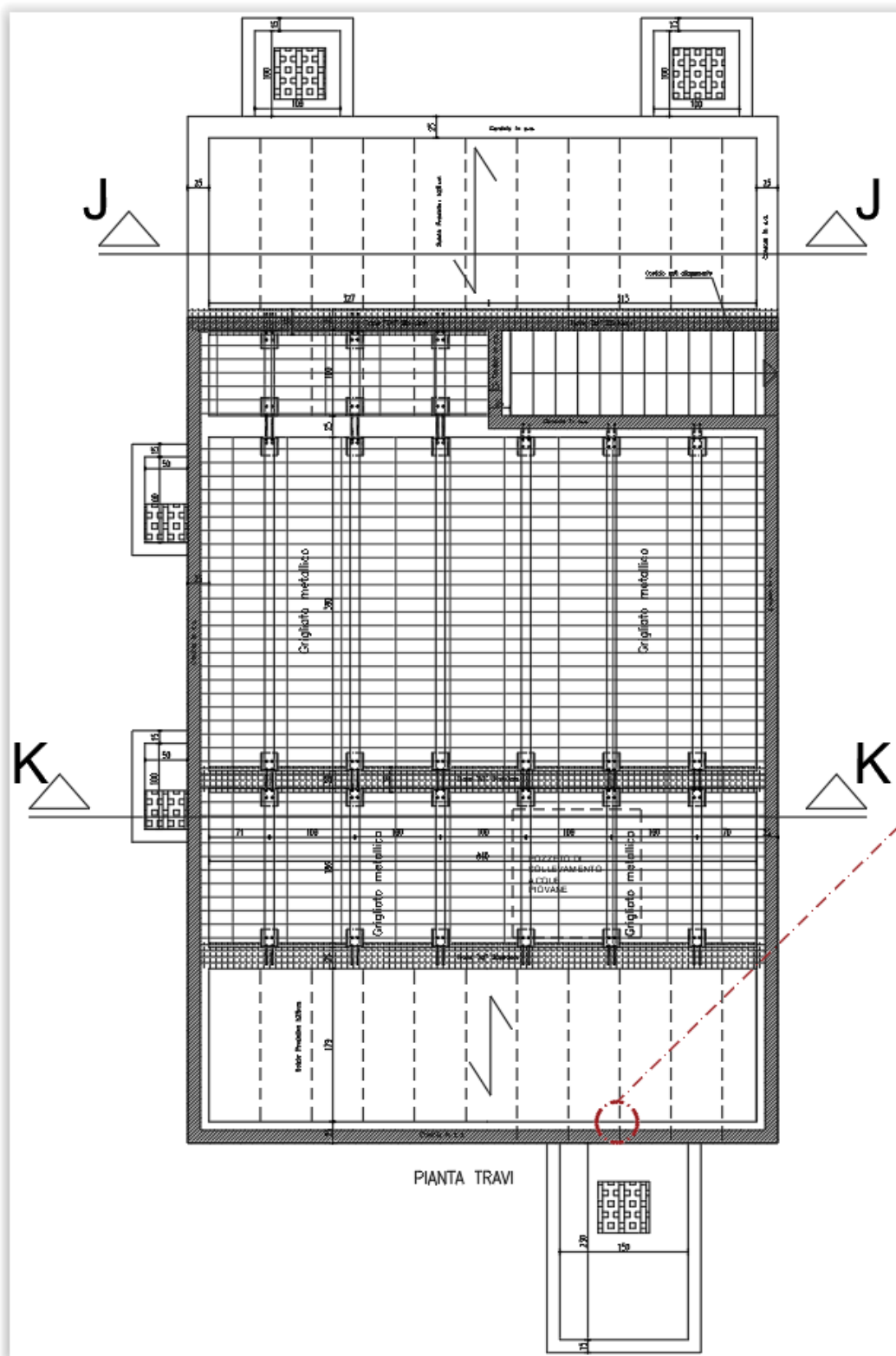
Si specifica che i carichi accidentali previsti sono, a favore di sicurezza, i seguenti:

| CAT. | AMBIENTI                              | $q_k$             | $Q_k$ | $H_k$ |
|------|---------------------------------------|-------------------|-------|-------|
|      |                                       | kN/m <sup>2</sup> | [kN]  | kN/m  |
| B    | Uffici                                |                   |       |       |
|      | Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico | 2,00              | 2,00  | 1,00  |
|      | Cat. B2 Uffici aperti al pubblico     | 3,00              | 2,00  | 1,00  |
|      | Scale comuni, balconi e ballatoi      | 4,00              | 4,00  | 2,00  |

## 4 TAV. PS.06.2 – LOCALE TECNICO A

### 4.1 Nuova disposizione in pianta dei solai di copertura

Segue la vista in pianta della nuova disposizione dei solai di copertura del locale tecnico A.

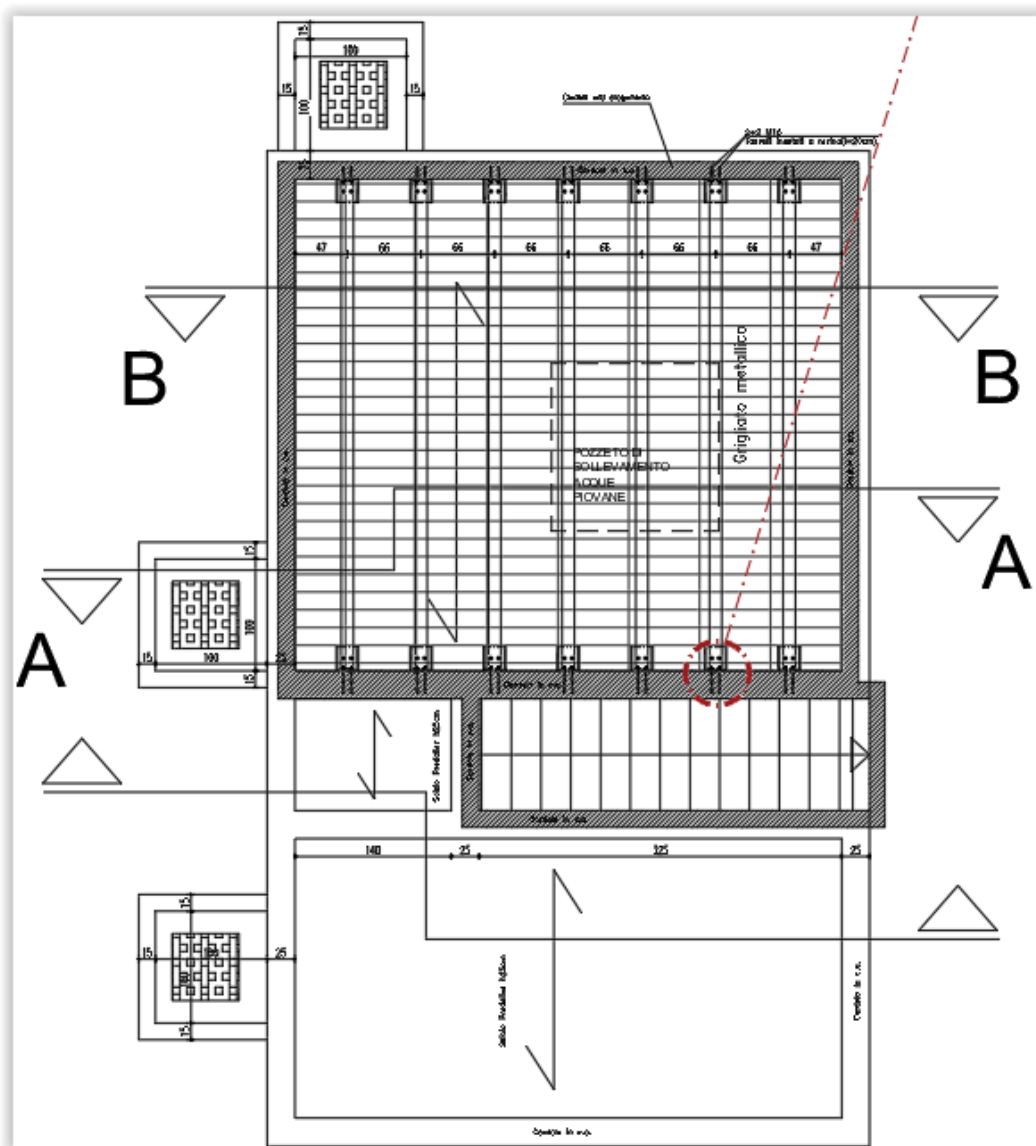




## 5 TAV. PS.06.3 – LOCALE TECNICO B

### 5.1 Nuova disposizione in pianta dei solai di copertura

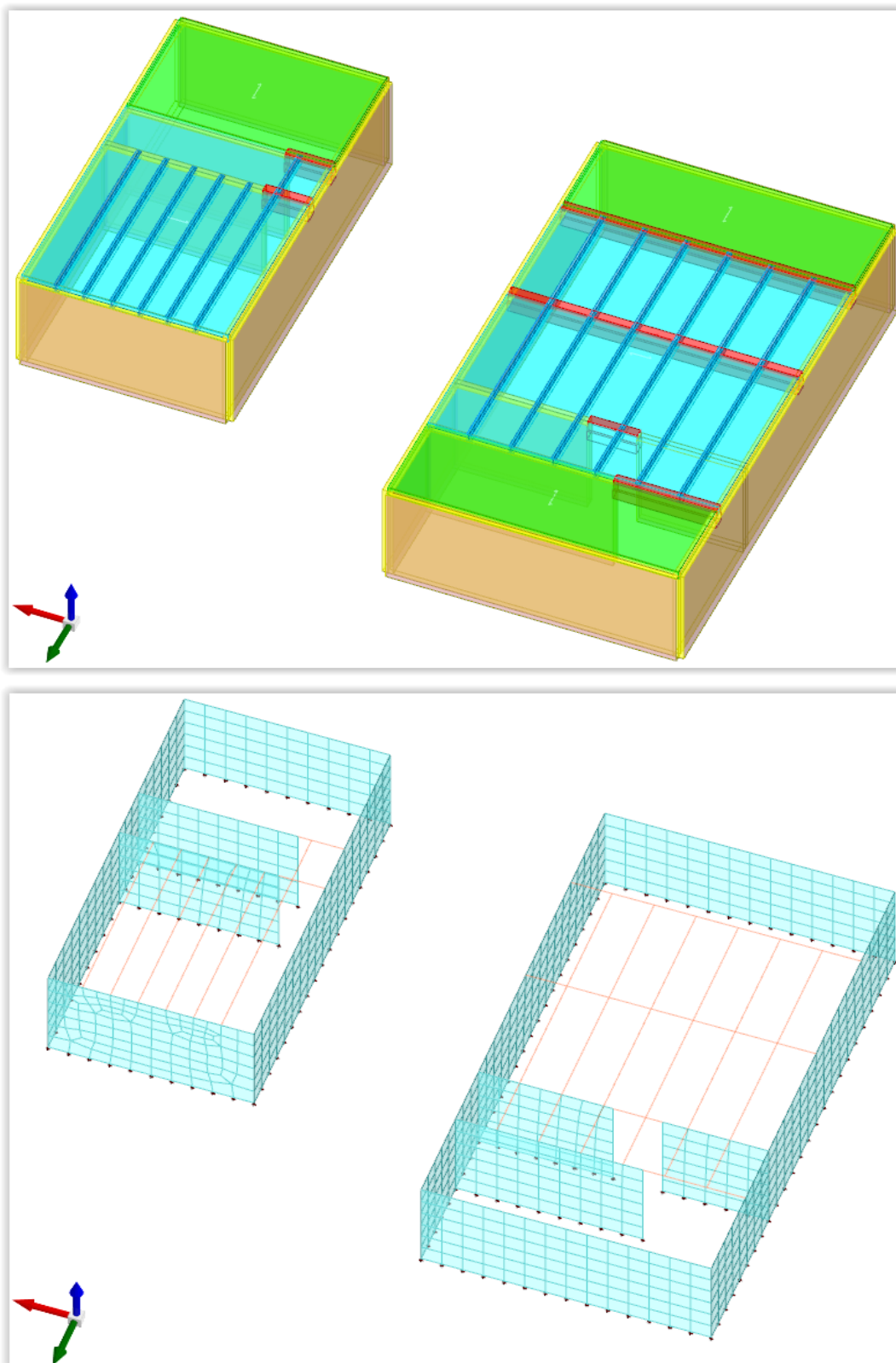
Segue la vista in pianta della nuova disposizione dei solai di copertura del locale tecnico A.



## 6 ANALISI STATICA E VERIFICHE

### 6.1 Visualizzazione dei modelli F.E.M.

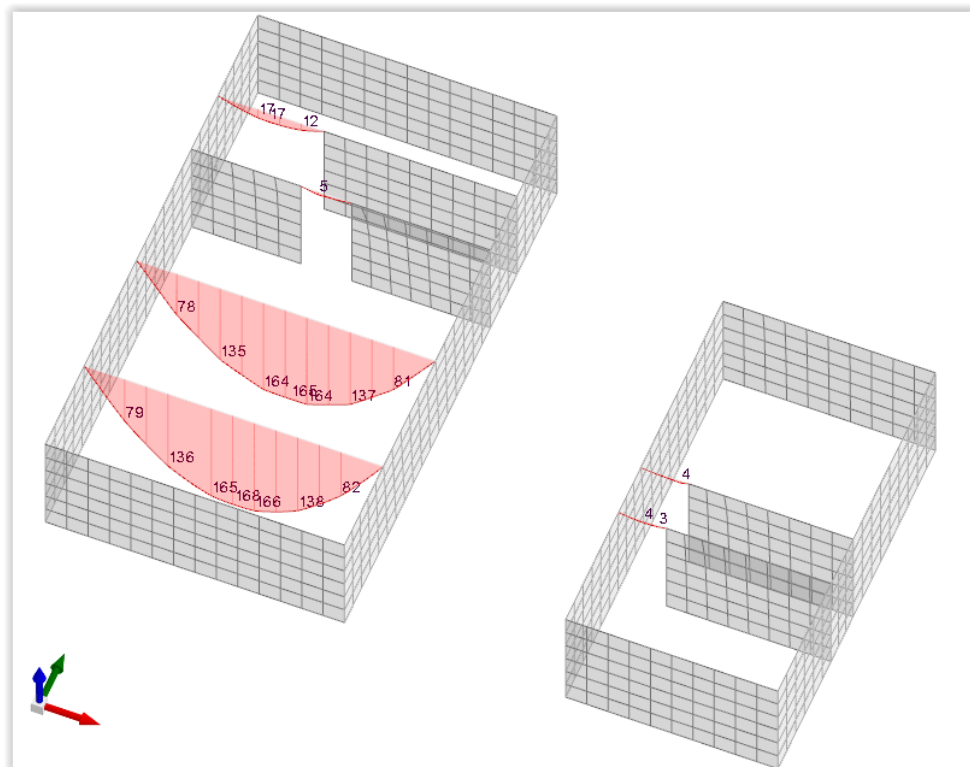
Segue la vista dei modelli geometrici e F.E.M.



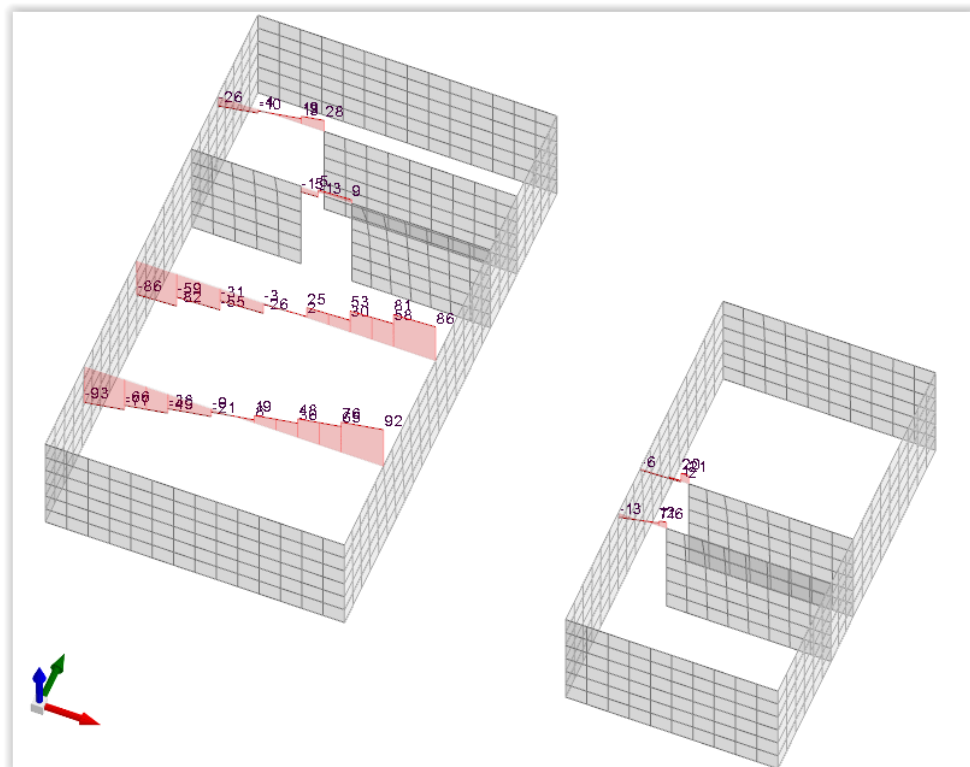
## 6.2 Involuppi delle sollecitazioni

Seguono le visualizzazioni delle sollecitazioni derivanti dalla modellazione FEM:

- INVILUPPO MOMENTI SOLLECITANTI \_TRAVI IN C.A. – LOCALI A-B

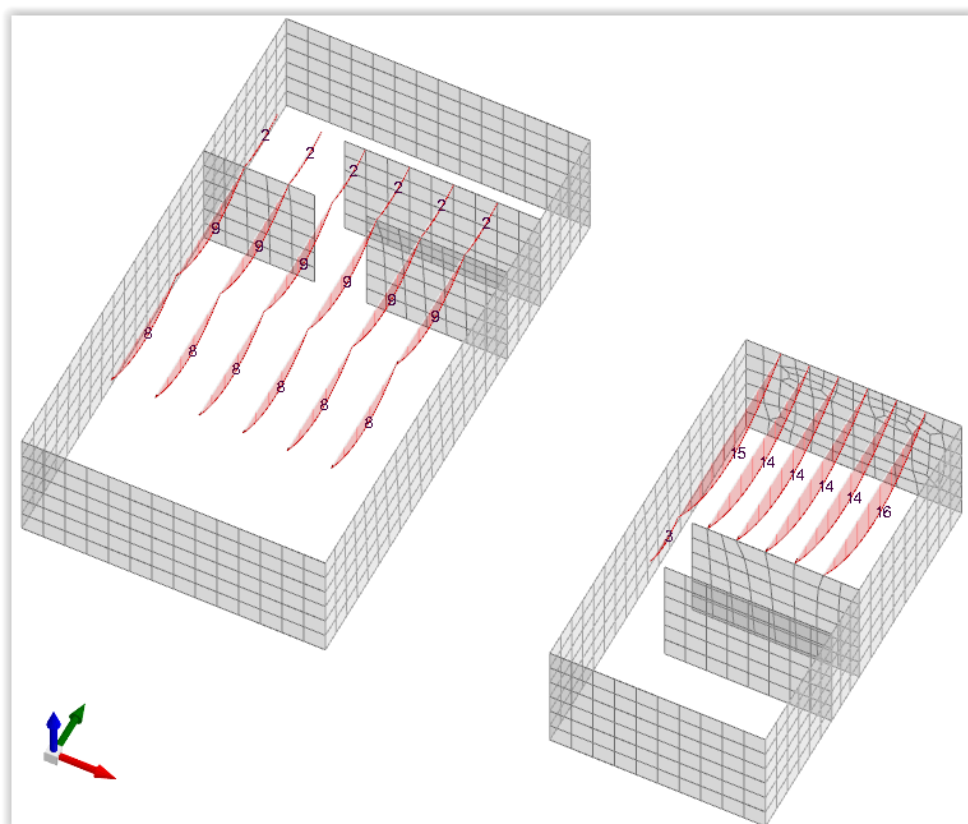


- INVILUPPO SOLLECITAZIONI DI TAGLIO \_TRAVI IN C.A. - LOCALI A-B

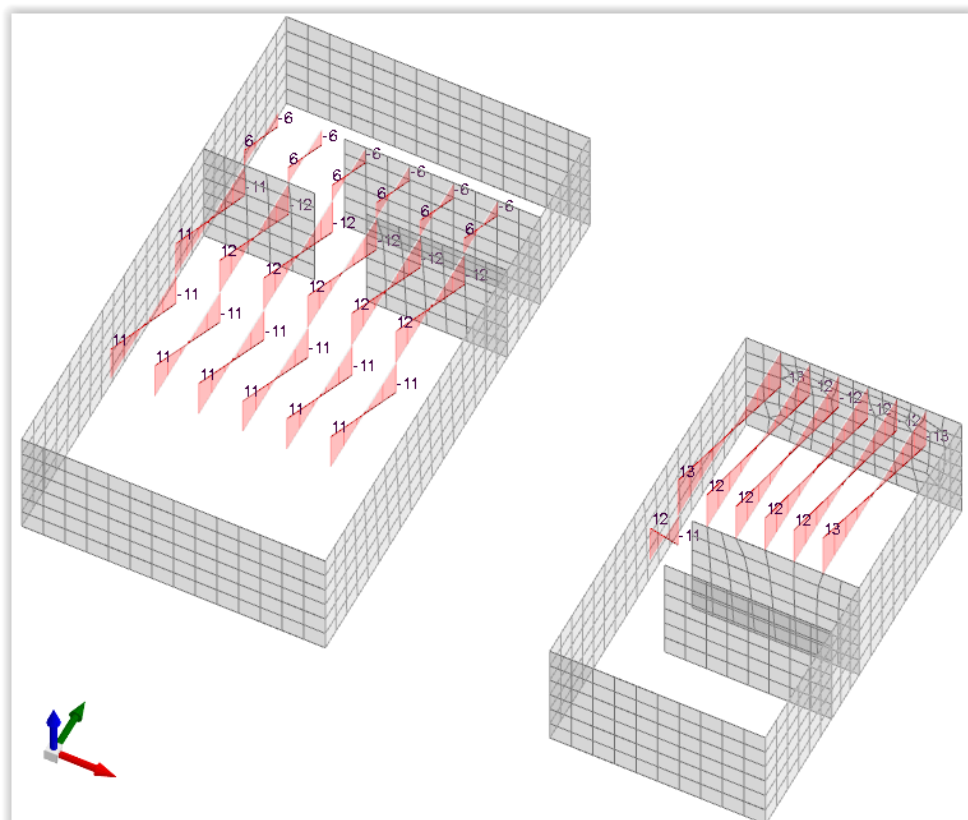




- INVILUPPO MOMENTI SOLLECITANTI \_TRAVI IN ACCIAIO – LOCALI A-B

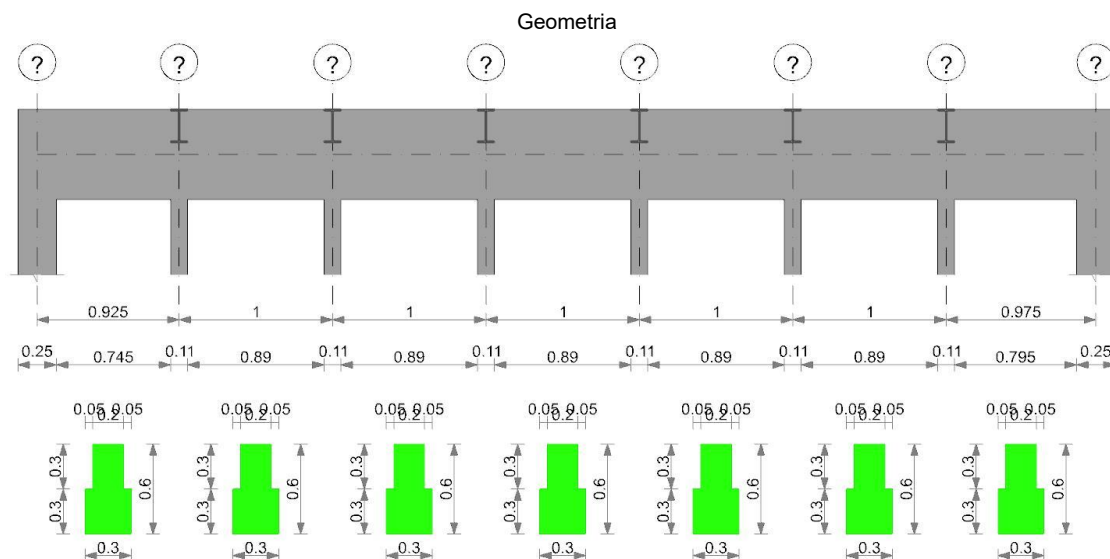


- INVILUPPO SOLLECITAZIONI DI TAGLIO \_TRAVI IN ACCIAIO - LOCALI A-B



### 6.3 Verifiche travi in c.a. principali

Si riporta a seguire la verifica della trave principale maggiormente sollecitata.



#### Caratteristiche dei materiali

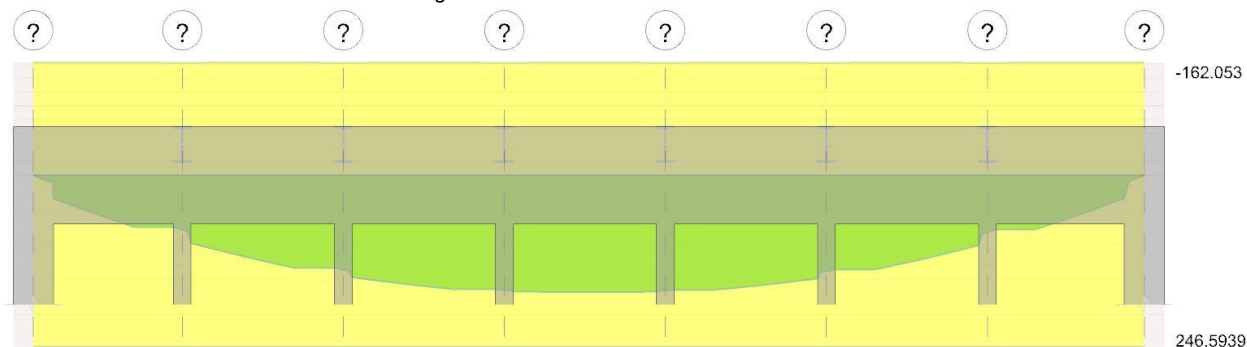
Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C28/35 Rck 30000

#### Elenco delle sezioni

| N° | Descrizione       | Tipo            | Spessore anima | Altezza | Sp. ala sup. | Sp. ala inf. | Largh. ala sx | Largh. ala dx | C. sup. | C. inf. | C. lat |
|----|-------------------|-----------------|----------------|---------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------|---------|--------|
| 1  | TR<br>(5+5+20)x60 | a T<br>rovescio | 0.2            | 0.6     |              | 0.3          | 0.05          | 0.05          | 0.035   | 0.035   | 0.035  |

#### Diagramma verifica stato limite ultimo flessione



#### Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

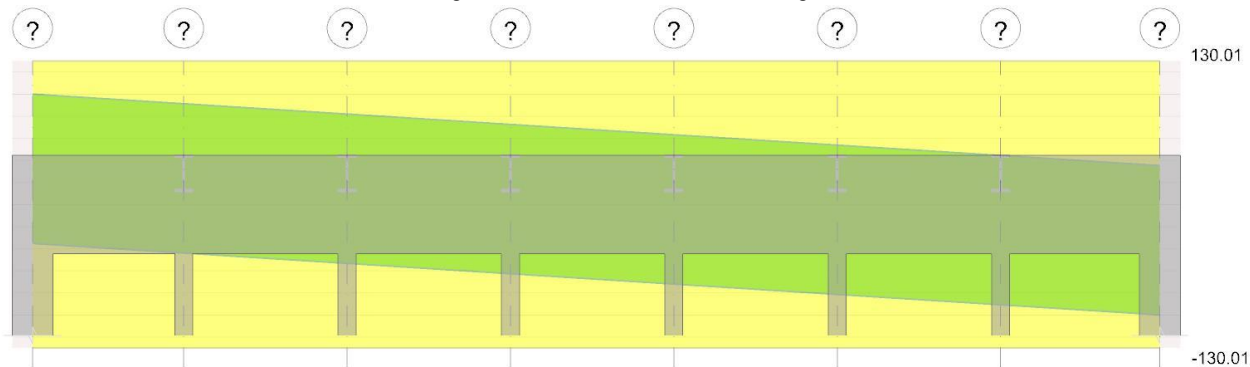
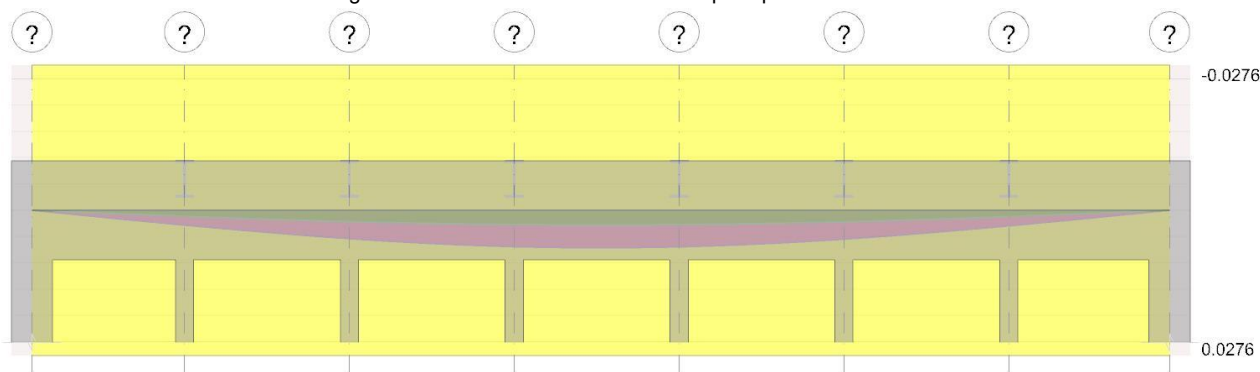


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



## Output campate

Campata 4 tra i fili ? - ?, sezione TR (5+5+20)x60, asta 17; campata a comportamento dissipativo

## Verifiche a flessione in famiglia SLU

| x    | A sup.   | C.b. sup. | A inf.   | C.b. inf. | M+ela    | Comb. | M+des    | M+ult    | x/d   | coeff | M-ela | Comb. | M-des | M-ult | x/d | coeff | Verifica |
|------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|----------|
| 0    | 0.000804 | 0.051     | 0.001257 | 0.053     | 165.1739 | SLU 8 | 165.0158 | 246.5939 | 0.177 | 1.49  |       |       |       |       |     |       | Si       |
| 0.06 | 0.000804 | 0.051     | 0.001257 | 0.053     | 165.6543 | SLU 8 | 167.1864 | 246.5939 | 0.177 | 1.47  |       |       |       |       |     |       | Si       |
| 0.3  | 0.000804 | 0.051     | 0.001257 | 0.053     | 167.1785 | SLU 8 | 167.6757 | 246.5939 | 0.177 | 1.47  |       |       |       |       |     |       | Si       |
| 0.5  | 0.000804 | 0.051     | 0.001257 | 0.053     | 167.6615 | SLU 8 | 167.6757 | 246.5939 | 0.177 | 1.47  |       |       |       |       |     |       | Si       |
| 0.95 | 0.000804 | 0.051     | 0.001257 | 0.053     | 166.2849 | SLU 8 | 167.4669 | 246.5939 | 0.177 | 1.47  |       |       |       |       |     |       | Si       |
| 1    | 0.000804 | 0.051     | 0.001257 | 0.053     | 165.8826 | SLU 8 | 165.7244 | 246.5939 | 0.177 | 1.49  |       |       |       |       |     |       | Si       |

## Verifiche a taglio in famiglia SLU

| x    | A st      | A sl     | A sag | Vela  | Comb. | Vdes  | Vrd    | Vrzd    | Vrsd    | Vult    | cotgθ | coeff  | Verifica |
|------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|----------|
| 0    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 9.24  | SLU 8 | 9.24  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 14.07  | Si       |
| 0.06 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 8.3   | SLU 8 | 8.3   | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 15.66  | Si       |
| 0.5  | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 0.71  | SLU 8 | 0.71  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 183.47 | Si       |
| 0.95 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -6.91 | SLU 6 | -6.91 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 18.82  | Si       |
| 1    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -7.85 | SLU 6 | -7.85 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 16.57  | Si       |

## Verifiche a taglio in famiglia SLV

| x    | A st      | A sl     | A sag | Vela  | Comb. | Vdes   | Vrd    | Vrzd    | Vrsd    | Vult    | cotgθ | coeff | Verifica |
|------|-----------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|----------|
| 0    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 5.01  | Ger.  | 72.52  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 1.79  | Si       |
| 0    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 5.01  | Ger.  | -62.68 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 2.07  | Si       |
| 0.06 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 4.49  | Ger.  | 72     | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 1.81  | Si       |
| 0.06 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 4.49  | Ger.  | -63.19 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 2.06  | Si       |
| 0.5  | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 0.32  | Ger.  | 67.83  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 1.92  | Si       |
| 0.5  | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 0.32  | Ger.  | -67.36 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 1.93  | Si       |
| 0.95 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -3.85 | Ger.  | 63.66  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 2.04  | Si       |
| 0.95 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -3.85 | Ger.  | -71.53 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 1.82  | Si       |
| 1    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -4.37 | Ger.  | 63.14  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 2.06  | Si       |
| 1    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -4.37 | Ger.  | -72.05 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 1.8   | Si       |

## Verifiche SLD Resistenza a taglio

| x    | A st      | A sl     | A sag | Vela  | Comb.  | Vdes  | Vrd    | Vrzd    | Vrsd    | Vult    | cotgθ | coeff  | Verifica |
|------|-----------|----------|-------|-------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|----------|
| 0    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 5.01  | SLD 15 | 5.01  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 25.97  | Si       |
| 0.06 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 4.49  | SLD 15 | 4.49  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 28.95  | Si       |
| 0.5  | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | 0.32  | SLD 15 | 0.32  | 64.42  | 347.32  | 130.01  | 130.01  | 1     | 406.13 | Si       |
| 0.95 | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -3.85 | SLD 1  | -3.85 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 33.77  | Si       |
| 1    | 0.0000067 | 0.001257 | 0     | -4.37 | SLD 1  | -4.37 | -64.42 | -347.32 | -130.01 | -130.01 | 1     | 29.78  | Si       |

## Verifica delle tensioni in esercizio

| x    | Rara     |       |          |      |          |        |          | Quasi permanente |       |         |      |          |       |            | Verifica |
|------|----------|-------|----------|------|----------|--------|----------|------------------|-------|---------|------|----------|-------|------------|----------|
|      | Mela     | Comb. | Mdes     | σ c  | σ c lim. | σ f.   | σ f lim. | Mela             | Comb. | Mdes    | σ c  | σ c lim. | σ FRP | σ FRP lim. |          |
| 0    | 116.6574 | 2     | 116.5511 | 8003 | 14940    | 192154 | 360000   | 74.7421          | 2     | 74.693  | 5129 | 11205    |       |            | Si       |
| 0.06 | 117.0069 | 2     | 118.1206 | 8111 | 14940    | 194741 | 360000   | 75.002           | 2     | 75.8263 | 5207 | 11205    |       |            | Si       |
| 0.5  | 118.4639 | 2     | 118.4737 | 8135 | 14940    | 195324 | 360000   | 76.0735          | 2     | 76.079  | 5224 | 11205    |       |            | Si       |
| 0.95 | 117.4522 | 2     | 118.3186 | 8124 | 14940    | 195068 | 360000   | 75.287           | 2     | 75.953  | 5215 | 11205    |       |            | Si       |
| 1    | 117.1578 | 2     | 117.0515 | 8037 | 14940    | 192979 | 360000   | 75.0622          | 2     | 75.0132 | 5151 | 11205    |       |            | Si       |

## Verifica di apertura delle fessure

| x    | Bordo     | Rara  |         |          |      | Frequente |         |          |      | Quasi permanente |         |          |      | Verifica |
|------|-----------|-------|---------|----------|------|-----------|---------|----------|------|------------------|---------|----------|------|----------|
|      |           | Dmax  | Esm     | Wd       | Comb | Dmax      | Esm     | Wd       | Comb | Dmax             | Esm     | Wd       | Comb |          |
| 0    | inferiore | 0.252 | 0.00059 | 0.000148 | 2    | 0.252     | 0.00046 | 0.000117 | 2    | 0.252            | 0.00037 | 0.000093 | 2    | Si       |
| 0.06 | inferiore | 0.252 | 0.0006  | 0.000152 | 2    | 0.252     | 0.00048 | 0.00012  | 2    | 0.252            | 0.00038 | 0.000095 | 2    | Si       |
| 0.33 | inferiore | 0.252 | 0.00061 | 0.000152 | 2    | 0.252     | 0.00048 | 0.00012  | 2    | 0.252            | 0.00038 | 0.000096 | 2    | Si       |
| 0.5  | inferiore | 0.252 | 0.00061 | 0.000152 | 2    | 0.252     | 0.00048 | 0.00012  | 2    | 0.252            | 0.00038 | 0.000096 | 2    | Si       |
| 0.95 | inferiore | 0.252 | 0.0006  | 0.000152 | 2    | 0.252     | 0.00048 | 0.00012  | 2    | 0.252            | 0.00038 | 0.000095 | 2    | Si       |
| 1    | inferiore | 0.252 | 0.00059 | 0.000149 | 2    | 0.252     | 0.00047 | 0.000118 | 2    | 0.252            | 0.00037 | 0.000094 | 2    | Si       |

## Verifica di deformabilità

| x    | Rara      |           |         |         | Frequente |           |         |         | Quasi permanente |           |                |       |                |       | Verifica |
|------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|------------------|-----------|----------------|-------|----------------|-------|----------|
|      | Elastica+ | Elastica- | Fess.+  | Fess.-  | Elastica+ | Elastica- | Fess.+  | Fess.-  | Elastica+        | Elastica- | Fess. viscosa+ | Comb. | Fess. viscosa- | Comb. |          |
| 0    | 0.00425   | 0.00207   | 0.00666 | 0.00174 | 0.00316   | 0.00207   | 0.00379 | 0.00174 | 0.00273          | 0.00207   | 0.00692        | 2     | 0.00398        | 1     | 997 Si   |
| 0.06 | 0.00427   | 0.00209   | 0.00667 | 0.00175 | 0.00318   | 0.00209   | 0.00381 | 0.00175 | 0.00274          | 0.00209   | 0.00696        | 2     | 0.004          | 1     | 991 Si   |
| 0.5  | 0.00437   | 0.00213   | 0.00687 | 0.00178 | 0.00325   | 0.00213   | 0.00391 | 0.00178 | 0.0028           | 0.00213   | 0.00713        | 2     | 0.00409        | 1     | 968 Si   |
| 0.53 | 0.00437   | 0.00213   | 0.00687 | 0.00178 | 0.00325   | 0.00213   | 0.00391 | 0.00178 | 0.0028           | 0.00213   | 0.00713        | 2     | 0.0041         | 1     | 968 Si   |
| 0.95 | 0.00429   | 0.0021    | 0.00673 | 0.00175 | 0.00319   | 0.0021    | 0.00383 | 0.00175 | 0.00275          | 0.0021    | 0.00699        | 2     | 0.00402        | 1     | 987 Si   |
| 1    | 0.00427   | 0.00208   | 0.0067  | 0.00174 | 0.00318   | 0.00208   | 0.00381 | 0.00174 | 0.00274          | 0.00208   | 0.00695        | 2     | 0.004          | 1     | 992 Si   |

## Verifiche taglio ciclico nel piano Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5, [C8.7.2.8]

| Ascissa | Lv   | x     | h   | p <sub>tot</sub> | θ <sub>m</sub> | θ <sub>y</sub> | μΔ <sub>pl</sub> | Vrd   | VRcd(cotθ=1) | VRsd   | Vw     | Vr     | Vu     | Ved    | Ned  | Comb. | Verifica |
|---------|------|-------|-----|------------------|----------------|----------------|------------------|-------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|----------|
| 3.105   | 3.45 | 0.097 | 0.6 | 0.019            | 0.00046        | 0.00867        | 0                | 64.42 | 347.32       | 130.01 | 130.01 | 134.59 | 134.59 | 72     | 0.76 | SLV 9 | Si       |
| 3.995   | 3.45 | 0.097 | 0.6 | 0.019            | 0.00046        | 0.00867        | 0                | 64.42 | 347.32       | 130.01 | 130.01 | 134.59 | 134.59 | -71.53 | 0.76 | SLV 9 | Si       |

## Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**N°:** indice progressivo.

**Descrizione:** descrizione della sezione.

**Tipo:** tipo di sezione.

**Spessore anima:** spessore dell'anima. [m]

**Altezza:** altezza della sezione. [m]

**Sp. ala sup.:** spessore dell'ala superiore. [m]

**Sp. ala inf.:** spessore dell'ala inferiore. [m]

**Largh. ala sx:** sporgenza ala sx. [m]

**Largh. ala dx:** sporgenza ala dx. [m]

**C. sup.:** copriferro superiore. [m]

**C. inf.:** copriferro inferiore. [m]

**C. lat:** copriferro laterale. [m]

**x:** distanza da asse appoggio sinistro. [m]

**A sup.:** area efficace di armatura longitudinale superiore. [m<sup>2</sup>]

**C.b. sup.:** distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale superiore. [m]

**A inf.:** area efficace di armatura longitudinale inferiore. [m<sup>2</sup>]

**C.b. inf.:** distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale inferiore. [m]

**M+ela:** momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre inferiori. [kN·m]

**Comb.:** combinazione.

**M+des:** momento flettente di progetto che tende le fibre inferiori. [kN·m]

**M+ult:** momento ultimo per trazione delle fibre inferiori. [kN·m]

**x/d:** rapporto tra posizione asse neutro e altezza utile.

**coeff:** coefficiente di sicurezza.

**M-ela:** momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre superiori. [kN·m]

**M-des:** momento flettente di progetto che tende le fibre superiori. [kN·m]

**M-ult:** momento ultimo per trazione delle fibre superiori. [kN·m]

**Verifica:** stato di verifica.

**A st:** area di staffe per unità di lunghezza. [m<sup>2</sup>]

**A sl:** area di armatura longitudinale tesa per valutazione resistenza taglio in assenza di armature a taglio. [m<sup>2</sup>]

**A sag:** area equivalente di barre piegate per unità di lunghezza. [m<sup>2</sup>]

**Vela:** taglio elastico. [kN]

**Vdes:** taglio di progetto. [kN]

**Vrd:** resistenza a taglio della sezione senza armature. [kN]

**VRcd:** sforzo di taglio che produce il cedimento delle bielle. [kN]

**VRsd:** resistenza a taglio per la presenza delle armature. [kN]

**Vult:** taglio ultimo. [kN]

**cotgθ:** cotg dell'angolo di inclinazione dei puntoni in calcestruzzo.

**Rara:** famiglia di combinazione di verifica.

**Mela:** momento elastico. [kN·m]

**Mdes:** momento di progetto. [kN·m]

**σ c:** tensione di compressione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ c lim.:** tensione limite di compressione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ f.:** tensione di trazione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ f lim.:** tensione limite di trazione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**Elastica+:** massima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

**Elastica-:** minima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

**Fess.+::** massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

**Fess.-:** minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

**Quasi permanente:** famiglia di combinazione di verifica.

**σ FRP:** tensione di trazione nell'FRP. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ FRP lim.:** tensione limite di trazione nell'FRP. [kN/m<sup>2</sup>]

**Fess. viscosa+:** massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

**Fess. viscosa-:** minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

*l/f*: rapporto luce su freccia in combinazione quasi permanente.

**Frequente**: famiglia di combinazione di verifica.

**Spazio disponibile**: spazio disponibile di interferro. [m]

**Spazio necessario**: spazio necessario di interferro. [m]

**Diametro staffe**: diametro delle staffe. [m]

**Passo staffe**: passo delle staffe. [m]

**Diametro staffe minimo necessario**: minimo diametro delle staffe da norma. [m]

**Passo staffe massimo**: massimo passo delle staffe da norma. [m]

*x*: ascissa relativa. [m]

**bordo.**: bordo teso.

**M'y**: momento resistente massimo della sezione in campo sostanzialmente elastico. [kN·m]

**Mrd**: momento resistente della sezione. [kN·m]

**Φ'yd**: curvatura di prima plasticizzazione. [m<sup>-1</sup>]

**Φyd**: curvatura convenzionale di prima plasticizzazione. [m<sup>-1</sup>]

**Duttilità**: duttilità di curvatura.

**Duttilità confinata**: duttilità di curvatura sezione confinata.

**Domanda duttilità**: domanda in duttilità di curvatura.

**Ascissa**: ascissa sezione di verifica. [m]

**Lv**: luce di taglio considerata. [m]

*x*: altezza della zona compressa della sezione. [m]

*h*: altezza totale della sezione. [m]

**ρ,tot**: percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.

**θ,m**: rotazione massima per la combinazione considerata.

**θ,y**: rotazione di prima plasticizzazione.

**μΔ,pl**: parte plastica della domanda di duttilità.

**Vrd**: resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [kN]

**VRcd(cotθ=1)**: resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cotθ unitario. [kN]

**VRsd**: resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [kN]

**Vw**: contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio. [kN]

**Vr**: resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.8]). [kN]

**Vu**: resistenza a taglio in condizioni sismiche. [kN]

**Ved**: sollecitazione tagliente. [kN]

**Ned**: sollecitazione di sforzo normale. [kN]

**Comb.**: combinazione di verifica.

**Taglio negativo**: valori per taglio negativo.

**contr. grav.**: contributo azioni gravitazionali. [kN]

**contr. mom. res.**: contributo dei momenti resistenti. [kN]

**Taglio positivo**: valori per taglio positivo.

**Bordo**: bordo interessato dalla fessura.

**Rara**: famiglia di combinazione per verifica inferiore.

**Dmax**: distanza massima tra le fessure. [m]

**Esm**: dilatazione media delle barre di armatura.

**Wd**: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

**Comb**: combinazione.

**Frequente**: famiglia di combinazione per verifica inferiore.

**Quasi permanente**: famiglia di combinazione per verifica inferiore.

**campata**: indice della campata.

**appoggio**: indice dell'appoggio.

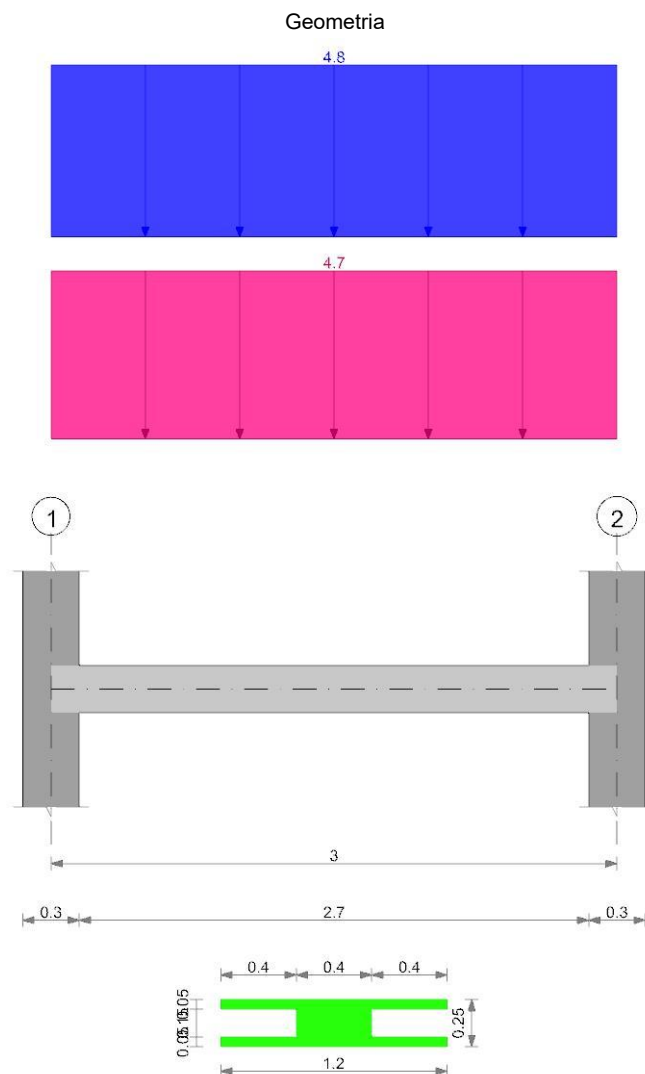
**momento positivo**: momento resistente positivo. [kN·m]

**momento negativo**: momento resistente negativo. [kN·m]



## 6.4 Verifiche lastra predalles

Si riporta a seguire la verifica del solaio in lastre predalles maggiormente sollecitato.



Fattori di sicurezza parziali per le proprietà del calcestruzzo

$\gamma_C = 1.5$ ;  $\gamma_S = 1.15$

Fattori di sicurezza parziali per le azioni

$\gamma_{G1 \text{ inf}} = 1$ ;  $\gamma_{G1 \text{ sup}} = 1.3$ ;  $\gamma_{G2 \text{ inf}} = 0.8$ ;  $\gamma_{G2 \text{ sup}} = 1.5$ ;  $\gamma_Q = 1.5$

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili per stati limite di esercizio

$\psi_1 = 0.5$ ;  $\psi_2 = 0.3$

Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C25/30 Rck 30000

Elenco delle sezioni

| N° | Descrizione                                      | Tipo     | Int. | B anima | Altezza | H cappa | H lastra | C. sup. | C. inf. | C. inf. agg. | Peso |
|----|--|----------|------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|--------------|------|
| 1  | Pre 40x(5+15+5)/120, peso 375 daN/m <sup>2</sup> | Predalle | 1.2  | 0.4     | 0.25    | 0.05    | 0.05     | 0.03    | 0.025   | 0.05         | 3.75 |

Geometria delle campate

Campata 1 tra gli appoggi 1 - 2

Luce: 3;

sezione n° 1 - Pre 40x(5+15+5)/120, peso 375 daN/m<sup>2</sup>

### Elenco degli appoggi

| N° | Descrizione | Fittizio | Larghezza inferiore | Larghezza superiore | Sfalsamento | Rigidità appoggio |
|----|-------------|----------|---------------------|---------------------|-------------|-------------------|
| 1  | 1           | No       | 0.3                 | 0.3                 | 0           |                   |
| 2  | 2           | No       | 0.3                 | 0.3                 | 0           |                   |

### Elenco dei carichi

Peso proprio come definito nella sezione del solaio e riportato nei carichi in elenco.

#### Campata 1

Peso proprio: 4.5

Carico uniforme: permanente 0; permanente portato 4.7; variabile 4.8

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

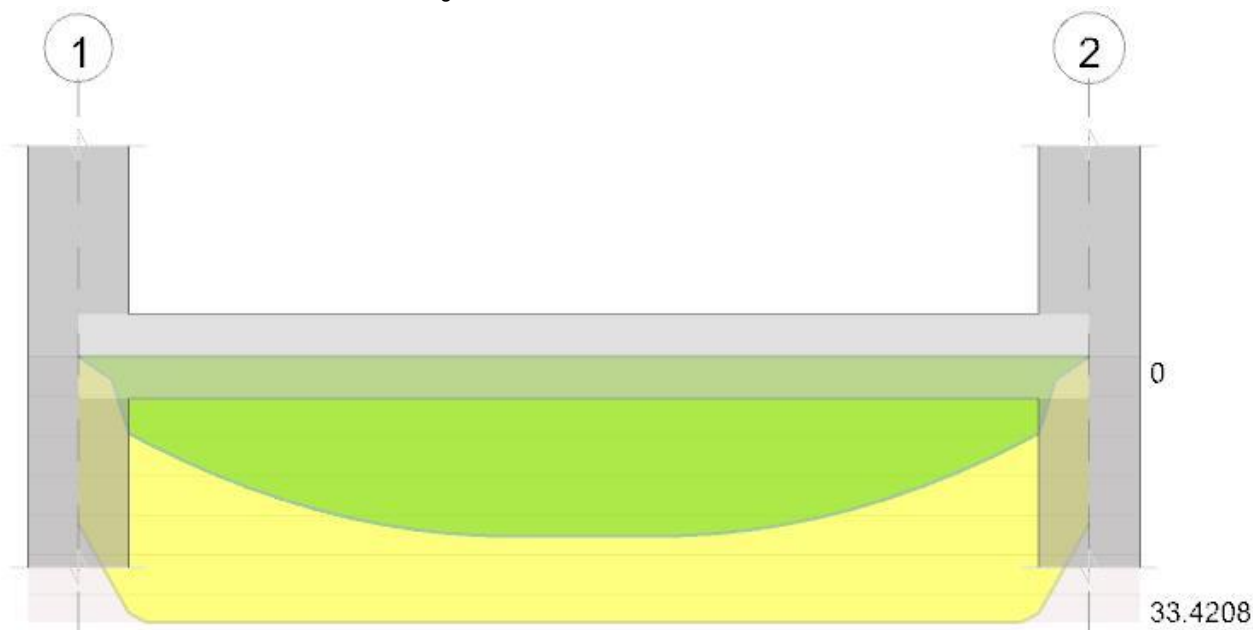


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

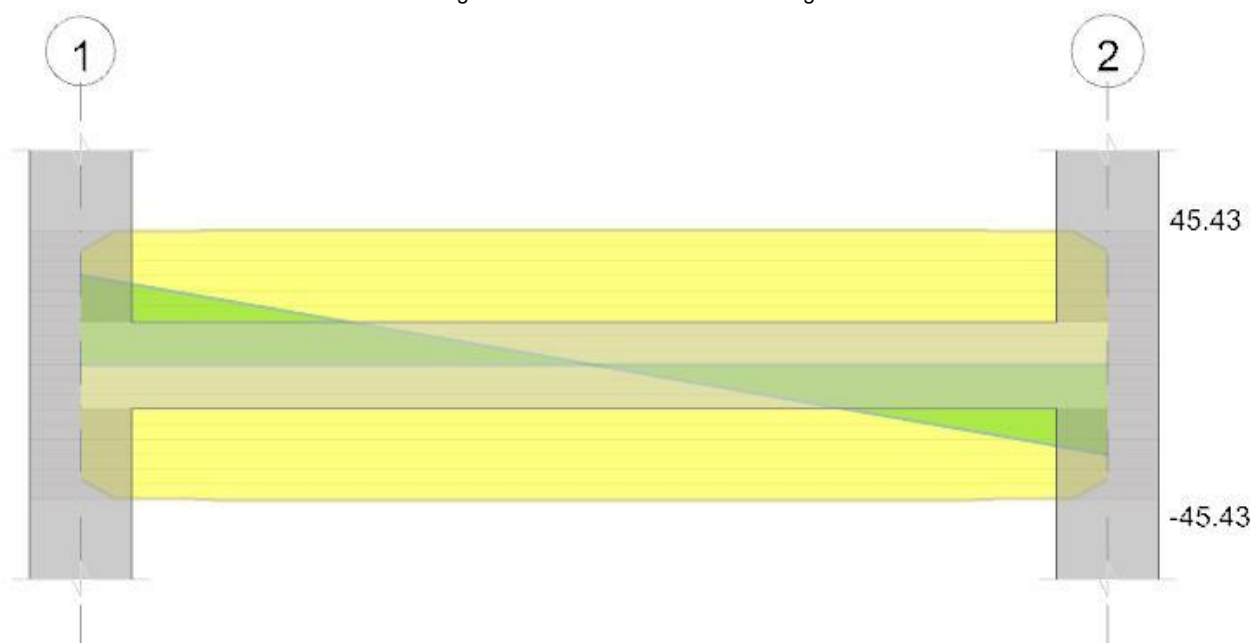
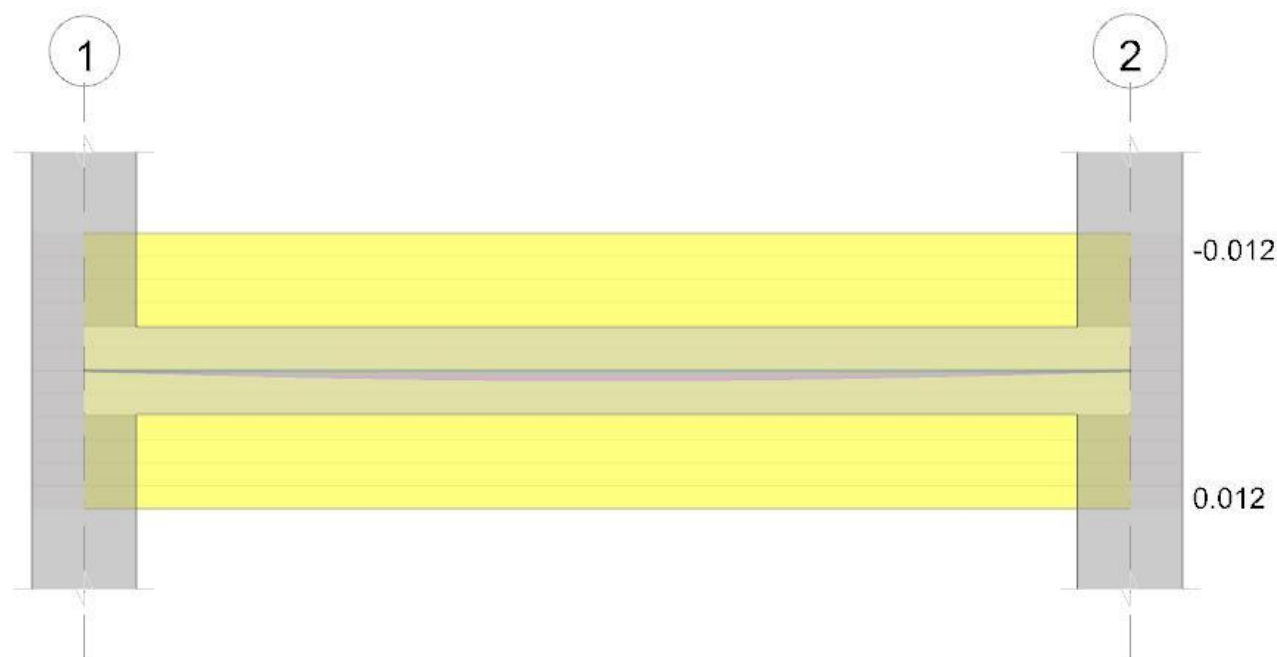


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



Output campate

Campata 1

Verifiche a flessione in famiglia SLU

| x    | A sup. | C.b. sup. | A inf.   | C.b. inf. | M+ela   | M+des   | M+ult   | x/d   | coeff | M-ela | M-des | M-ult | x/d | coeff | Verifica |
|------|--------|-----------|----------|-----------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|----------|
| 0    | 0      | 0         | 0.000282 | 0.056     |         |         |         |       |       | 0     | 0     | 0     | 0   | ++    | Si       |
| 0.15 | 0      | 0         | 0.000437 | 0.056     | 4.2964  | 9.6776  | 32.2913 | 0.065 | 3.34  |       |       |       |     |       | Si       |
| 1.4  | 0      | 0         | 0.000452 | 0.056     | 22.512  | 22.6125 | 33.4208 | 0.067 | 1.48  |       |       |       |     |       | Si       |
| 1.5  | 0      | 0         | 0.000452 | 0.056     | 22.6125 | 22.6125 | 33.4208 | 0.067 | 1.48  |       |       |       |     |       | Si       |
| 2.85 | 0      | 0         | 0.000437 | 0.056     | 4.2964  | 9.6776  | 32.2913 | 0.065 | 3.34  |       |       |       |     |       | Si       |
| 3    | 0      | 0         | 0.000282 | 0.056     | 0       | 0       | 21.0233 | 0.042 | ++    |       |       |       |     |       | Si       |

Verifiche a taglio in famiglia SLU

| x    | Asl      | Vela   | Vdes   | Vrd    | Verifica |
|------|----------|--------|--------|--------|----------|
| 0    | 0        | 30.15  | 30.15  | 38.33  | Si       |
| 0.15 | 0.000437 | 27.14  | 27.14  | 44.9   | Si       |
| 2.85 | 0.000437 | -27.14 | -27.14 | -44.9  | Si       |
| 3    | 0        | -30.15 | -30.15 | -38.33 | Si       |

Verifica delle tensioni in esercizio

| x    | Mela   | Mdes   | Rara | σ c   | σ c lim. | σ f.   | σ f lim. | Mela   | Mdes | σ c   | σ c lim. | σ FRP | σ FRP lim. | Verifica |
|------|--------|--------|------|-------|----------|--------|----------|--------|------|-------|----------|-------|------------|----------|
| 0    | 0      | 0      | 0    | 14940 | 0        | 360000 | 0        | 0      | 0    | 11205 |          |       |            | Si       |
| 0.15 | 2.9925 | 6.7407 | 628  | 14940 | 9062     | 360000 | 2.2743   | 5.1229 | 477  | 11205 |          |       |            | Si       |
| 1.5  | 15.75  | 15.75  | 1467 | 14940 | 21144    | 360000 | 11.97    | 11.97  | 1115 | 11205 |          |       |            | Si       |
| 2.85 | 2.9925 | 6.7406 | 628  | 14940 | 9062     | 360000 | 2.2743   | 5.1229 | 477  | 11205 |          |       |            | Si       |
| 3    | 0      | 0      | 0    | 14940 | 0        | 360000 | 0        | 0      | 0    | 11205 |          |       |            | Si       |

Verifica di apertura delle fessure

La campata non presenta apertura delle fessure

Verifica di deformabilità in fase finale a soletta gettata

| x    | Elastica+ | Elastica- | Fess.+  | Fess.-  | Elastica+ | Elastica- | Fess.+  | Fess.-  | Elastica+ | Elastica- | Fess. viscosa+ | Fess. viscosa- | l/f  | Verifica |
|------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|----------------|----------------|------|----------|
| 0.15 | 0.00006   | 0.00004   | 0.00006 | 0.00004 | 0.00005   | 0.00004   | 0.00005 | 0.00004 | 0.00004   | 0.00004   | 0.00012        | 0.00011        | 9999 | Si       |
| 1.5  | 0.00035   | 0.00023   | 0.00035 | 0.00023 | 0.00029   | 0.00023   | 0.00029 | 0.00023 | 0.00027   | 0.00023   | 0.00078        | 0.00067        | 3865 | Si       |
| 2.85 | 0.00006   | 0.00004   | 0.00006 | 0.00004 | 0.00005   | 0.00004   | 0.00005 | 0.00004 | 0.00004   | 0.00004   | 0.00012        | 0.00011        | 9999 | Si       |

Reazioni vincolari

| Appoggio n. | Descrizione | SLU max | SLU min | Rara max | Rara min | Freq. max | Freq. min | Q.P. max | Q.P. min |
|-------------|-------------|---------|---------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 1           | 1           | 30.15   | 12.39   | 21       | 13.8     | 17.4      | 13.8      | 15.96    | 13.8     |
| 2           | 2           | 30.15   | 12.39   | 21       | 13.8     | 17.4      | 13.8      | 15.96    | 13.8     |

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

N°: indice progressivo.

**Descrizione:** descrizione della sezione.

**Tipo:** tipo di sezione.

**Int.:** interasse. [m]

**B anima:** larghezza dell'anima. [m]

**Altezza:** altezza della sezione. [m]

**H cappa:** spessore della cappa. [m]

**H lastra:** spessore della lastra prefabbricata. [m]

**C. sup.:** minima distanza del bordo superiore della armatura superiore dalla superficie del getto. [m]

**C. inf.:** minima distanza del bordo inferiore della armatura inferiore dalla superficie del getto. [m]

**C. inf. agg.:** minima distanza del bordo inferiore della armatura inferiore aggiuntiva dalla superficie del getto. [m]

**Peso:** peso per unità di superficie. [kN/m<sup>2</sup>]

**Descrizione:** nome dell'appoggio.

**Fittizio:** indica se l'appoggio è fittizio o reale.

**Larghezza inferiore:** larghezza della porzione inferiore dell'appoggio; il valore 0 indica che vi è solo la porzione superiore. [m]

**Larghezza superiore:** larghezza della porzione superiore dell'appoggio; il valore 0 indica che vi è solo la porzione inferiore. [m]

**Sfalsamento:** sfalsamento asse della porzione superiore rispetto all'asse della porzione inferiore, misurata in orizzontale. [m]

**Rigidità appoggio:** permette di considerare l'appoggio come fisso o cedevole in direzione verticale con legge elastica lineare. [kN/m]

**x:** distanza da asse appoggio sinistro. [m]

**A sup.:** area efficace di armatura longitudinale superiore. [m<sup>2</sup>]

**C.b. sup.:** distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale superiore. [m]

**A inf.:** area efficace di armatura longitudinale inferiore. [m<sup>2</sup>]

**C.b. inf.:** distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale inferiore. [m]

**M+ela:** momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre inferiori. [kN·m]

**M+des:** momento flettente di progetto che tende le fibre inferiori. [kN·m]

**M+ult:** momento ultimo per trazione delle fibre inferiori. [kN·m]

**x/d:** rapporto tra posizione asse neutro e altezza utile.

**coeff:** coefficiente di sicurezza.

**M-ela:** momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre superiori. [kN·m]

**M-des:** momento flettente di progetto che tende le fibre superiori. [kN·m]

**M-ult:** momento ultimo per trazione delle fibre superiori. [kN·m]

**Verifica:** stato di verifica.

**Asl:** area di armatura longitudinale tesa per valutazione resistenza taglio. [m<sup>2</sup>]

**Vela:** sforzo di taglio elastico. [kN]

**Vdes:** taglio di progetto. [kN]

**Vrd:** resistenza a taglio della sezione senza armature. [kN]

**Rara:** famiglia di combinazione di verifica.

**Mela:** momento elastico. [kN·m]

**Mdes:** momento di progetto. [kN·m]

**σ c:** tensione di compressione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ c lim.:** tensione limite di compressione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ f.:** tensione di trazione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ f lim.:** tensione limite di trazione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**Elastica+:** massima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

**Elastica-:** minima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

**Fess.+:** massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

**Fess.-:** minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

**Quasi permanente:** famiglia di combinazione di verifica.

**σ FRP:** tensione di trazione nell'FRP. [kN/m<sup>2</sup>]

**σ FRP lim.:** tensione limite di trazione nell'FRP. [kN/m<sup>2</sup>]

**Fess. viscosa+:** massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

**Fess. viscosa-:** minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

**l/f:** rapporto luce su freccia in combinazione quasi permanente.

**Frequente:** famiglia di combinazione di verifica.

**Appoggio n.:** numero progressivo di appoggio.

**Descrizione:** descrizione dell'appoggio.

**SLU max:** reazione massima in SLU. [kN]

**SLU min:** reazione minima in SLU. [kN]

**Rara max:** reazione massima in SLE rara. [kN]

**Rara min:** reazione minima in SLE rara. [kN]

**Freq. max:** reazione massima in SLE frequente. [kN]

**Freq. min:** reazione minima in SLE frequente. [kN]

**Q.P. max:** reazione massima in SLE quasi permanente. [kN]

**Q.P. min:** reazione minima in SLE quasi permanente. [kN]

## 6.5 Verifiche travi in acciaio

Si riporta a seguire la verifica della trave in acciaio maggiormente sollecitata.

### Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275,  $f_{yk} = 275000$

### Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 4.65

Nodo iniziale: 1206 Nodo finale: 1140

Cerniera iniziale: Svincolo: M3 Cerniera finale: Svincolo: M3

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

### Caratteristiche della sezione

| Sezione | Rotazione | Area    | Jx           | Jy           | ix     | iy     | Wx         | Wy         | Wplx       | Wply       |
|---------|-----------|---------|--------------|--------------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|
| IPE220  | 0         | 0.00334 | 0.0000277454 | 0.0000020491 | 0.0911 | 0.0248 | 0.00025223 | 0.00003726 | 0.00028569 | 0.00005813 |

### Verifiche di resistenza

#### Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

| X    | Comb. | Sfruttamento | VEd     | Vc,Rd   | Av       | Interazione taglio-torsione | Riduzione torsione | Verifica |
|------|-------|--------------|---------|---------|----------|-----------------------------|--------------------|----------|
| 4.65 | SLU 8 | 0.05         | -12.071 | 240.581 | 0.001591 | Considerata                 | 1                  | Si       |

#### Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

| X | Comb. | Sfruttamento | VEd   | Vc,Rd   | Av       | Interazione taglio-torsione | Riduzione torsione | Verifica |
|---|-------|--------------|-------|---------|----------|-----------------------------|--------------------|----------|
| 0 | SLD 1 | 0.016        | 3.832 | 240.581 | 0.001591 | Considerata                 | 1                  | Si       |

#### Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X     | Comb. | Sfruttamento | Classe | Mx,Ed     | Mx,Rd    | Rid. Mx,Rd da VEd | px | py | Verifica |
|-------|-------|--------------|--------|-----------|----------|-------------------|----|----|----------|
| 2.325 | SLU 8 | 0.188        | 1      | -14.03258 | 74.82247 | 1                 | 0  | 0  | Si       |

#### Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X     | Comb. | Sfruttamento | Classe | Mx,Ed    | Mx,Rd    | Rid. Mx,Rd da VEd | px | py | Verifica |
|-------|-------|--------------|--------|----------|----------|-------------------|----|----|----------|
| 2.325 | SLD 5 | 0.06         | 1      | -4.45474 | 74.82247 | 1                 | 0  | 0  | Si       |

#### Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X    | Comb. | Sfruttamento | Classe | My,Ed    | My,Rd    | Rid. My,Rd da VEd | px | py | Verifica |
|------|-------|--------------|--------|----------|----------|-------------------|----|----|----------|
| 4.65 | SLV 5 | 0            | 1      | -0.00634 | 15.22496 | 1                 | 0  | 0  | Si       |

#### Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X    | Comb. | Sfruttamento | Classe | My,Ed   | My,Rd    | Rid. My,Rd da VEd | px | py | Verifica |
|------|-------|--------------|--------|---------|----------|-------------------|----|----|----------|
| 4.65 | SLD 5 | 0            | 1      | -0.0053 | 15.22496 | 1                 | 0  | 0  | Si       |

#### Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X    | Comb. | Sfruttamento | Classe | Mx,Ed  | Mx,Rd   | My,Ed   | My,Rd  | Rid. Mx,Rd da VEd | Rid. My,Rd da VEd | $\alpha$ | $\beta$ | px | py | Verifica |
|------|-------|--------------|--------|--------|---------|---------|--------|-------------------|-------------------|----------|---------|----|----|----------|
| 3.72 | SLV 6 | 0.038        | 1      | -2.851 | 74.8225 | -0.0038 | 15.225 | 1                 | 1                 |          |         | 0  | 0  | Si       |

#### Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X    | Comb. | Sfruttamento | Classe | Mx,Ed   | Mx,Rd   | My,Ed   | My,Rd  | Rid. Mx,Rd da VEd | Rid. My,Rd da VEd | $\alpha$ | $\beta$ | px | py | Verifica |
|------|-------|--------------|--------|---------|---------|---------|--------|-------------------|-------------------|----------|---------|----|----|----------|
| 4.03 | SLD 5 | 0.028        | 1      | -2.0591 | 74.8225 | -0.0039 | 15.225 | 1                 | 1                 |          |         | 0  | 0  | Si       |

### Verifiche ad instabilità

#### Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

#### Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

| Numero rit. | Presente | Ascissa | Campata | $\beta x/m$ | Vincolo a entrambi estremi | $\lambda x/m$ | $\lambda Ver$ |
|-------------|----------|---------|---------|-------------|----------------------------|---------------|---------------|
| 1           | Si       | 0       |         |             |                            |               |               |
|             |          |         | 1-2     | 1           | Si                         | 51            | Si, (<200)    |
| 2           | Si       | 4.65    |         |             |                            |               |               |

#### Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18



| Numero rit. | Presente | Ascissa | Campata | $\beta y/n$ | $k,LT$ | $kw,LT$ | Vincolo a entrambi estremi | $\lambda y/n$ | $\lambda Ver$ |
|-------------|----------|---------|---------|-------------|--------|---------|----------------------------|---------------|---------------|
| 1           | Si       | 0       |         |             |        |         |                            |               |               |
| 2           | Si       | 4.65    | 1-2     | 1           | 1      | 1       | Si                         | 187.7         | Si, (<200)    |

#### Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18

| X     | Comb. | Sfruttamento | Classe | Obblig. | $Mx,Ed$   | $Mb,Rd,x$ | $\chi,LT$ | $\lambda adim. LT$ | $L,LT$ | $M,critico$ | Verifica |
|-------|-------|--------------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--------|-------------|----------|
| 2.325 | SLU 8 | 0.44         | 1      | Si      | -14.03258 | 31.85764  | 0.426     | 1.503              | 4.65   | 34.75672    | Si       |

#### Verifica a svergolamento SLD §4.2.4.1.3.2 NTC18

| X     | Comb.  | Sfruttamento | Classe | Obblig. | $Mx,Ed$  | $Mb,Rd,x$ | $\chi,LT$ | $\lambda adim. LT$ | $L,LT$ | $M,critico$ | Verifica |
|-------|--------|--------------|--------|---------|----------|-----------|-----------|--------------------|--------|-------------|----------|
| 2.325 | SLD 13 | 0.14         | 1      | Si      | -4.45474 | 31.85764  | 0.426     | 1.503              | 4.65   | 34.75672    | Si       |

#### Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

| X | Comb. | Sfruttamento | Classe | NEd | NRk     | Mx,Ed<br>max | Mx,Rk    | My,Ed<br>max | My,Rk   | $\chi_x$ | $\chi_y$ | kxx  | kxy  | kyy | $\chi_{LT}$ | Verifica |    |
|---|-------|--------------|--------|-----|---------|--------------|----------|--------------|---------|----------|----------|------|------|-----|-------------|----------|----|
| 0 | SLV 5 | 0.14         | 1      | 0   | 918.487 | 4.45474      | 78.56359 | 0.00634      | 15.9862 | 0.895    | 0.182    | 0.95 | 0.24 | 1   | 0.4         | 0.426    | Si |

#### Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18

| X | Comb. | Sfruttamento | Classe | NEd | NRk     | Mx,Ed<br>max | Mx,Rk    | My,Ed<br>max | My,Rk   | $\chi_x$ | $\chi_y$ | kxx  | kxy  | kyy | $\chi_{LT}$ | Verifica |    |
|---|-------|--------------|--------|-----|---------|--------------|----------|--------------|---------|----------|----------|------|------|-----|-------------|----------|----|
| 0 | SLD 5 | 0.14         | 1      | 0   | 918.487 | 4.45474      | 78.56359 | 0.0053       | 15.9862 | 0.895    | 0.182    | 0.95 | 0.24 | 1   | 0.4         | 0.426    | Si |

#### Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

| $\eta$ | hw    | tw    | hw/tw max | Verifica |
|--------|-------|-------|-----------|----------|
| 1.2    | 0.202 | 0.006 | 55.46     | Si       |

#### Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18

| $\eta$ | hw    | tw    | hw/tw max | Verifica |
|--------|-------|-------|-----------|----------|
| 1.2    | 0.202 | 0.006 | 55.46     | Si       |

#### Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

#### Frecce lungo X

| Ascissa freccia | Combinazione | Freccia | Luce | L/f   | L/f,min | Tipo      | Verifica |
|-----------------|--------------|---------|------|-------|---------|-----------|----------|
| 0.93            | SLE RA 1     | 0       | 4.65 | 10000 | 250     | Totale    | Si       |
| 1.085           | SLE RA 2     | 0       | 4.65 | 10000 | 250     | Totale    | Si       |
| 1.085           | SLE RA 2     | 0       | 4.65 | 10000 | 350     | Variabile | Si       |

#### Frecce lungo Y

| Ascissa freccia | Combinazione | Freccia  | Luce | L/f    | L/f,min | Tipo      | Verifica |
|-----------------|--------------|----------|------|--------|---------|-----------|----------|
| 2.325           | SLE RA 2     | -0.00374 | 4.65 | 1243.2 | 250     | Totale    | Si       |
| 2.325           | SLE RA 1     | -0.00092 | 4.65 | 5076.4 | 250     | Totale    | Si       |
| 2.325           | SLE RA 2     | -0.00282 | 4.65 | 1646.3 | 350     | Variabile | Si       |

#### Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Sezione:** sezione in acciaio.

**Rotazione:** rotazione della sezione. [deg]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**ix:** raggio di inerzia relativo all'asse x. [m]

**iy:** raggio di inerzia relativo all'asse y. [m]

**Wx:** modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m<sup>3</sup>]

**Wy:** modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m<sup>3</sup>]

**Wplx:** modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [m<sup>3</sup>]

**Wply:** modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [m<sup>3</sup>]

**X:** distanza dal nodo iniziale. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**Sfruttamento:** rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.

**VEd:** sollecitazione di taglio. [kN]

**Vc,Rd:** resistenza a taglio. [kN]

**Av:** area resistenza a taglio. [m<sup>2</sup>]

**Interazione taglio-torsione:** indice se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

**Riduzione torsione:** coefficiente riduttivo della resistenza a taglio per presenza di torsione.

**Verifica:** stato di verifica.

**Classe:** classe della sezione.

**Mx,Ed:** sollecitazione flettente attorno x-x. [kN·m]

**Mx,Rd:** resistenza a flessione attorno x-x ridotta per taglio. [kN·m]

**Rid. Mx,Rd da VEd:** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno x-x.

**px:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.

**py**: coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.

**My,Ed**: sollecitazione flettente attorno y-y. [kN·m]

**My,Rd**: resistenza a flessione attorno y-y ridotta per taglio. [kN·m]

**Rid. My,Rd da VEd**: rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.

**α**: esponente α per flessione deviata.

**β**: esponente β per flessione deviata.

**Numero rit.**: numero del ritegno.

**Presente**: indica se il ritegno è presente o meno.

**Ascissa**: ascissa del ritegno rispetto al nodo iniziale del superelemento o ascissa iniziale e finale della campata. [m]

**Campata**: campata tra i ritegni.

**βx/m**: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a x/m.

**Vincolo a entrambi estremi**: indica se il tratto è vincolato a entrambi gli estremi.

**λx/m**: snellezza attorno a x/m del tratto tra i due ritegni.

**λVer**: snellezza accettabile.

**βy/n**: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a y/n.

**k<sub>LT</sub>**: coefficiente di lunghezza efficace per rotazione nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(3).

**k<sub>w,LT</sub>**: coefficiente di lunghezza efficace per ingobbamento nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(4).

**λy/n**: snellezza attorno a y/n del tratto tra i due ritegni.

**Obblig.**: indica se la verifica è obbligatoria da norma.

**Mb,Rd,x**: momento resistente di progetto per l'instabilità per sollecitazione flettente attorno l'asse x-x. [kN·m]

**χ<sub>LT</sub>**: coefficiente di riduzione per instabilità flessio-torsionale.

**λ adim. LT**: snellezza adimensionale per instabilità flessio-torsionale.

**L<sub>LT</sub>**: distanza tra due ritegni torsionali. [m]

**M<sub>critico</sub>**: momento critico. [kN·m]

**NEd**: sollecitazione assiale. [kN]

**NRk**: resistenza caratteristica assiale. [kN]

**Mx,Ed max**: momento sollecitante massimo attorno l'asse x-x tra due ritegni all'inflessione attorno x-x. [kN·m]

**Mx,Rk**: resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse x-x. [kN·m]

**My,Ed max**: momento sollecitante massimo attorno l'asse y-y tra due ritegni all'inflessione attorno y-y. [kN·m]

**My,Rk**: resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse y-y. [kN·m]

**χ<sub>x</sub>**: coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse x-x.

**χ<sub>y</sub>**: coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse y-y.

**k<sub>xx</sub>**: valore di k<sub>xx</sub>.

**k<sub>xy</sub>**: valore di k<sub>xy</sub>.

**k<sub>yx</sub>**: valore di k<sub>yx</sub>.

**k<sub>yy</sub>**: valore di k<sub>yy</sub>.

**η**: valore di η.

**hw**: altezza dell'anima. [m]

**tw**: spessore dell'anima. [m]

**hw/tw max**: rapporto tra hw e tw massimo.

**Ascissa freccia**: ascissa della massima freccia. [m]

**Combinazione**: combinazione di verifica in cui è ricavata la freccia.

**Freccia**: massima freccia. [m]

**Luce**: luce di verifica. [m]

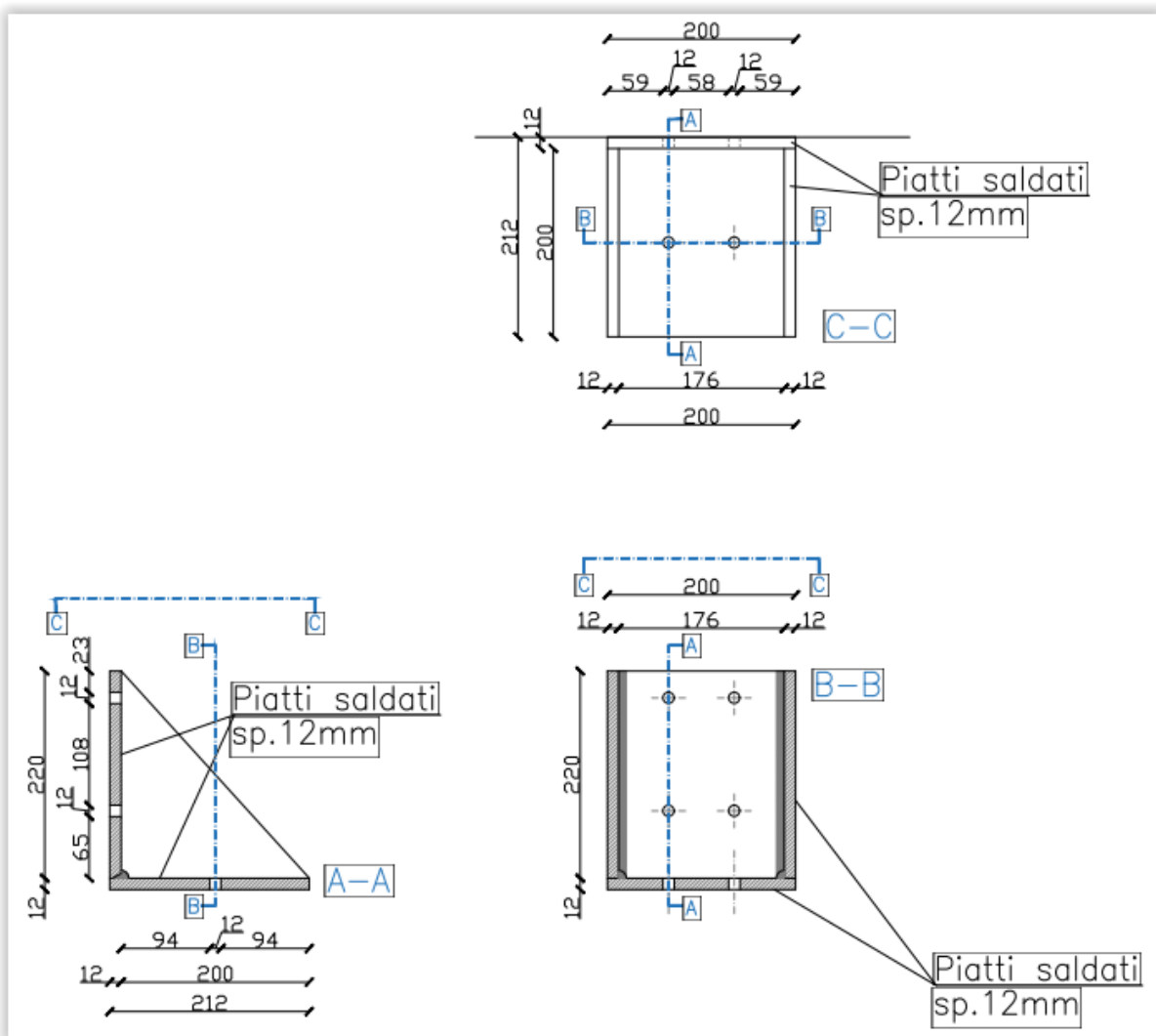
**L/f**: rapporto luce su freccia.

**L/f,min**: minimo rapporto luce su freccia consentito.

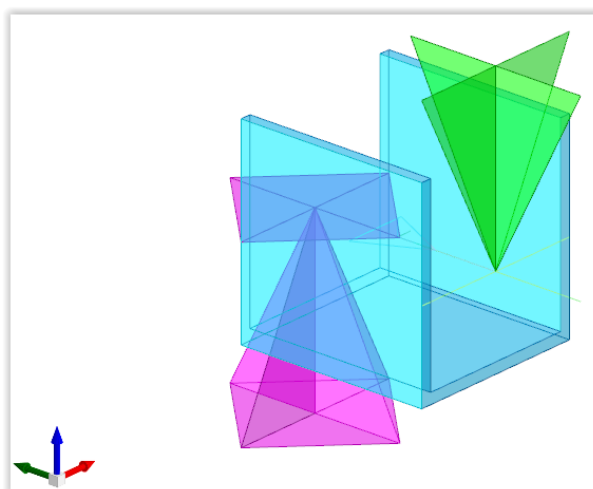
**Tipo**: freccia calcolata considerando le sole condizioni variabili o tutte le condizioni (totale) all'interno della combinazione di verifica.

## 6.6 Verifiche sella di appoggio delle travi metalliche ipe220

Seguono la geometria e la verifica delle piastre di ancoraggio delle travi in carpenteria metallica:



Lo schema statico è di mensola incastrata all'estremità



Sollecitazioni:

- $V_{Ed} = 13 \text{ kN}$  (Scarico verticale delle travi portate)
- $M_{Ed} = 13 \cdot 0.2 = 2.6 \text{ kNm}$

Seguono le verifiche:

### Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275,  $f_{yk} = 275000$

### Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 0.212

Nodo iniziale: 3 Nodo finale: 2

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

### Caratteristiche della sezione

| Sezione | Rotazione | Area     | Jx           | Jy           | ix    | iy     | Wx         | Wy         | Wplx       | Wply       |
|---------|-----------|----------|--------------|--------------|-------|--------|------------|------------|------------|------------|
| UAP200  | 90        | 0.007424 | 0.0000524044 | 0.0000377773 | 0.084 | 0.0713 | 0.00052404 | 0.00026984 | 0.00059198 | 0.00046523 |

### Verifiche di resistenza

#### Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

| X | Comb. | Sfruttamento | VEd    | Vc,Rd   | Av      | Interazione taglio-torsione | Riduzione torsione | Verifica |
|---|-------|--------------|--------|---------|---------|-----------------------------|--------------------|----------|
| 0 | SLU 1 | 0.016        | 13.124 | 798.393 | 0.00528 | Considerata                 | 1                  | Si       |

#### Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

| X | Comb. | Sfruttamento | Classe | My,Ed    | My,Rd     | Rid. My,Rd da VEd | px | py | Verifica |
|---|-------|--------------|--------|----------|-----------|-------------------|----|----|----------|
| 0 | SLU 1 | 0.023        | 1      | -2.77566 | 121.84508 | 1                 | 0  | 0  | Si       |

### Verifiche ad instabilità

#### Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: c; Curva Y: c;

Svergolamento: Nessuno; la verifica a instabilità flessione-torsionale (svergolamento) non verrà eseguita.

#### Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

| Numero rit. | Presente | Ascissa | Campata | $\beta x/m$ | Vincolo a entrambi estremi | $\lambda x/m$ | $\lambda_{Ver}$ |
|-------------|----------|---------|---------|-------------|----------------------------|---------------|-----------------|
| 1           | Si       | 0       |         |             |                            |               |                 |
|             |          |         | 1-2     |             | 1                          | 2.5           | Si, (<200)      |
| 2           | Si       | 0.212   |         |             |                            |               |                 |

## Dati per instabilità attorno a y

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

| Numero rit. | Presente | Ascissa | Campata | $\beta y/n$ | Vincolo a entrambi estremi | $\lambda y/n$ | $\lambda Ver$ |
|-------------|----------|---------|---------|-------------|----------------------------|---------------|---------------|
| 1           | Si       | 0       | 1-2     | 1           | Si                         | 3             | Si, (<200)    |
| 2           | Si       | 0.212   |         |             |                            |               |               |

## Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.1 NTC18

| X | Comb. | Sfruttamento | Classe | NEd | MxEq,Ed | MyEq,Ed | Area     | Wx       | Wy        | $\chi_{min}$ | $\lambda_{adm. x/m}$ | $\lambda_{adm. y/n}$ | N,crit x/m | N,crit y/n  | Verifica |
|---|-------|--------------|--------|-----|---------|---------|----------|----------|-----------|--------------|----------------------|----------------------|------------|-------------|----------|
| 0 | SLU 1 | 0.017        | 1      | 0   | 0       | -2.0817 | 0.007424 | 0.000592 | 0.0004652 | 1            | 0.029                | 0.034                | 2405300.28 | 1733932.317 | Si       |

## Verifiche a deformabilità

Mensola X: No; Mensola Y: No.

### Frecce lungo X

| Ascissa freccia | Combinazione | Freccia | Luce  | L/f   | L/f,min | Tipo      | Verifica |
|-----------------|--------------|---------|-------|-------|---------|-----------|----------|
| 0.092           | SLE RA 1     | 0       | 0.212 | 10000 | 250     | Totale    | Si       |
| 0.092           | SLE RA 2     | 0       | 0.212 | 10000 | 250     | Totale    | Si       |
| 0               | SLE RA 2     | 0       | 0.212 | 10000 | 350     | Variabile | Si       |

### Frecce lungo Y

| Ascissa freccia | Combinazione | Freccia | Luce  | L/f   | L/f,min | Tipo      | Verifica |
|-----------------|--------------|---------|-------|-------|---------|-----------|----------|
| 0.092           | SLE RA 1     | 0       | 0.212 | 10000 | 250     | Totale    | Si       |
| 0.092           | SLE RA 2     | 0       | 0.212 | 10000 | 250     | Totale    | Si       |
| 0               | SLE RA 2     | 0       | 0.212 | 10000 | 350     | Variabile | Si       |

## Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Sezione:** sezione in acciaio.

**Rotazione:** rotazione della sezione. [deg]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**ix:** raggio di inerzia relativo all'asse x. [m]

**iy:** raggio di inerzia relativo all'asse y. [m]

**Wx:** modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [m<sup>3</sup>]

**Wy:** modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [m<sup>3</sup>]

**Wplx:** modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [m<sup>3</sup>]

**Wply:** modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [m<sup>3</sup>]

**X:** distanza dal nodo iniziale. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**Sfruttamento:** rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.

**VEd:** sollecitazione di taglio. [kN]

**Vc,Rd:** resistenza a taglio. [kN]

**Av:** area resistenza a taglio. [m<sup>2</sup>]

**Interazione taglio-torsione:** indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

**Riduzione torsione:** coefficiente riduttivo della resistenza a taglio per presenza di torsione.

**Verifica:** stato di verifica.

**Classe:** classe della sezione.

**My,Ed:** sollecitazione flettente attorno y-y. [kN·m]

**My,Rd:** resistenza a flessione attorno y-y ridotta per taglio. [kN·m]

**Rid. My,Rd da VEd:** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.

**px:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.

**py:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.

**Numero rit.:** numero del ritegno.

**Presente:** indica se il ritegno è presente o meno.

**Ascissa:** ascissa del ritegno rispetto al nodo iniziale del superelemento o ascissa iniziale e finale della campata. [m]

**Campata:** campata tra i ritegni.

**$\beta x/m$ :** coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a x/m.

**Vincolo a entrambi estremi:** indica se il tratto è vincolato a entrambi gli estremi.

**$\lambda x/m$ :** snellezza attorno a x/m del tratto tra i due ritegni.

**$\lambda Ver$ :** snellezza accettabile.

**$\beta y/n$ :** coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a y/n.

**$\lambda y/n$ :** snellezza attorno a y/n del tratto tra i due ritegni.

**NEd:** sollecitazione assiale. [kN]

**MxEq,Ed:** momento sollecitante equivalente attorno l'asse x-x tra due ritegni all'inflessione attorno x-x. [kN·m]

**MyEq,Ed:** momento sollecitante massimo attorno l'asse y-y tra due ritegni all'inflessione attorno y-y. [kN·m]

**Area:** area della sezione. [m<sup>2</sup>]

**Wx:** modulo resistente della sezione per inflessione attorno all'asse x-x. [m<sup>3</sup>]

**Wy:** modulo resistente della sezione per inflessione attorno all'asse y-y. [m<sup>3</sup>]

**$\chi_{min}$ :** coefficiente di riduzione minimo.



**$\lambda$  adim. x/m:** snellezza adimensionale per inflessione attorno l'asse x-x / m-m.

**$\lambda$  adim. y/n:** snellezza adimensionale per inflessione attorno l'asse y-y / n-n.

**$N_{crit} x/m$ :** carico critico per inflessione attorno all'asse x-x / m-m. [kN]

**$N_{crit} y/n$ :** carico critico per inflessione attorno all'asse y-y / n-n. [kN]

**Ascissa freccia:** ascissa della massima freccia. [m]

**Combinazione:** combinazione di verifica in cui è ricavata la freccia.

**Freccia:** massima freccia. [m]

**Luce:** luce di verifica. [m]

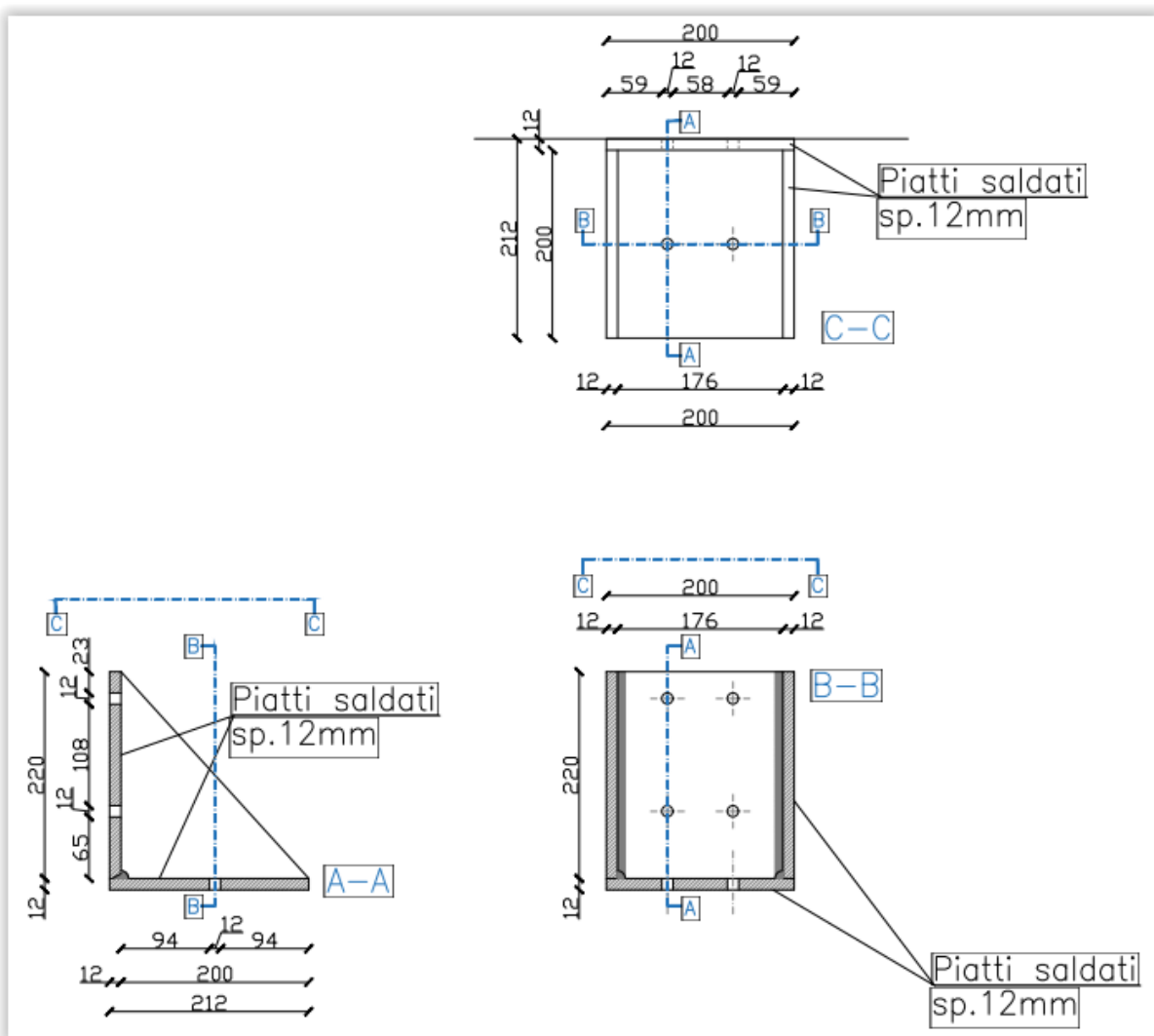
**L/f:** rapporto luce su freccia.

**L/f,min:** minimo rapporto luce su freccia consentito.

**Tipo:** freccia calcolata considerando le sole condizioni variabili o tutte le condizioni (totale) all'interno della combinazione di verifica.

## 6.7 Verifiche dell' ancoraggio delle selle a sostegno delle travi in carpenteria metallica

Segue la geometria delle piastre di ancoraggio delle travi in carpenteria metallica :



| Materiali di base  |        | Tipo di calcestruzzo |  | Condizioni dell'armatura   |  | Condizioni di installazione                                |                    |
|--|--------|----------------------|--|--|--|--|--------------------|
| <b>Calcestruzzo</b>  | C25/30 | Calcestruzzo normale | Superficie in calcestruzzo rivestito<br>Steel fibre concrete | Fessurato<br>nessuna armatura o armatura standard<br>Senza armatura di bordo | Copri ferro barra di armatura di bordo<br>Armatura per il controllo della fessurazione | RolpercuSSIONe<br>Foro asciutto<br>Tutti i tipi di pulizia | Tempera<br>Tempera |
| <p><b>Info prodotto</b></p> <p><b>Resultati</b></p> <p>Statico</p> <p>Trazione</p> <p>Azione di taglio</p> <p>Interazione</p> <p>Carichi risultanti sull'a</p>   |        |                      |  |  |  |  |                    |
| <p><b>FIS SB (Sistema a iniezione, FIS A / RG M) gyz 8.8</b></p> <p>M16</p> <p>FIS A M 16 x 200 8.8</p> <p>Profondità di ancoraggio definita dall'utente: 150 mm</p> <p>Valore di progetto delle azioni (sono inclusi i coefficienti parziali di sicurezza delle azioni)</p>   |        |                      |  |  |  |  |                    |
| <p>The diagram shows a 3D perspective view of a concrete slab with reinforcement bars. The slab has a thickness of 150 mm. The reinforcement consists of two layers of bars. The top layer has bars spaced at 100 mm, and the bottom layer has bars spaced at 120 mm. The total width of the slab is 220 mm. The length of the slab is 200 mm. The distance between the two layers of bars is 70 mm. The diagram also shows the coordinate system (x, y, z) and the direction of the applied forces.</p> |        |                      |  |  |  |  |                    |