

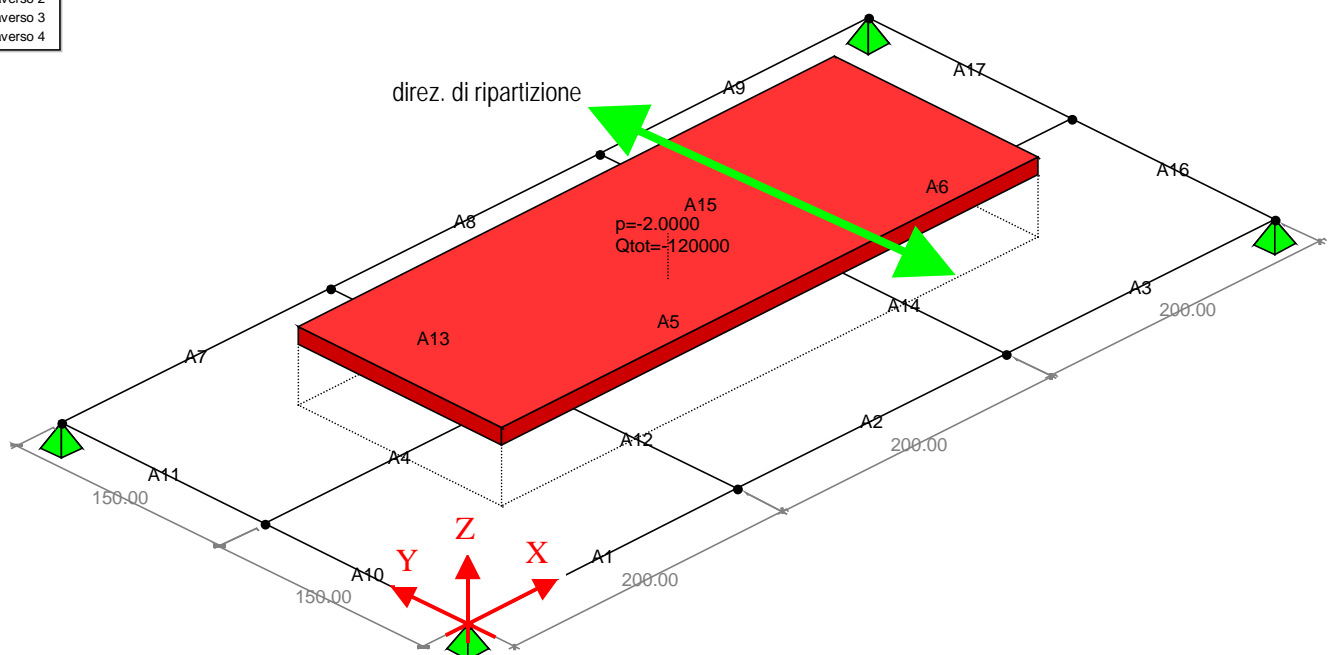
# MODULO GRAT PROCEDURA TRASFXY

## TEST CASES

### 1 -TC TRASFXY 1 - Graticcio a 17 aste - carico nel perimetro aste - ripartizione in direz. Y

●	Trave 1
●	Trave 2
●	Trave 3
●	Traverso 1
●	Traverso 2
●	Traverso 3
●	Traverso 4

● Peso proprio



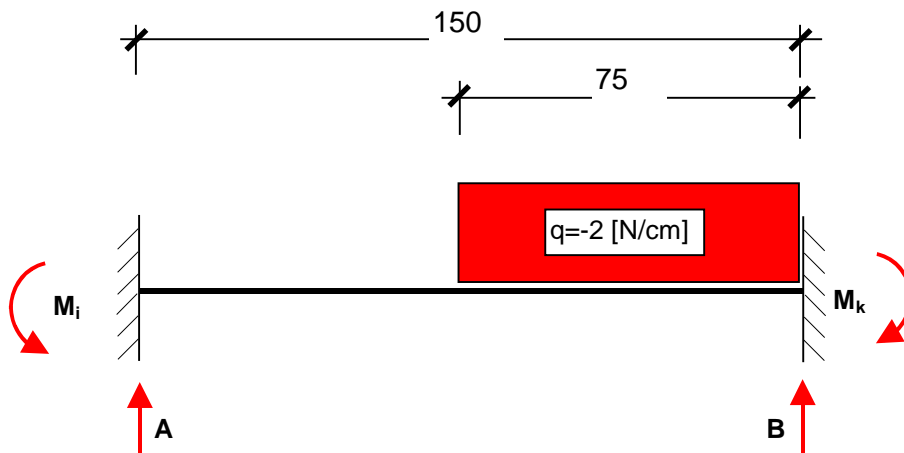
Luce tra gli appoggi in direzione X = 600 [cm]  
 Lunghezza zona di carico = 400 [cm]  
 Larghezza zona di carico = 150 [cm]  
 Pressione = 2 [N/cm<sup>2</sup>]  
 Carico totale applicato 120000 [N]

#### 1.1 Parametri di confronto

- C1. Correttezza applicazione formule teoriche
- C2. Integrità del carico applicato
- C3. Atteso effetto globale

##### 1.1.1 Formule teoriche

Ripartizione di ogni fascia  $\Delta X$  unitaria di carico sulle aste A1,A4,A7 / A2,A5,A8 / A3,A6,A9. Sollecitazioni di incastro perfetto da applicare ad ogni asta "fittizia".



$$P = q \cdot L = 150 \text{ [N]}$$

$$A = \frac{3}{16} P = 28.125 \text{ [N]}$$

$$B = \frac{13}{16} P = 121.875 \text{ [N]}$$

$$M_i = \frac{5}{96} P \cdot 150 = 1171.875 \text{ [N}\cdot\text{cm]}$$

$$M_k = \frac{11}{96} P \cdot 150 = 2578.125 \text{ [N}\cdot\text{cm]}$$

### 1.1.2 Carico applicato

Il carico verticale totale è pari a 120000 [N], diretto verso il basso (verso negativo asse Z della terna destrorsa).

### 1.1.3 Effetto globale

Una valutazione dell'effetto globale del carico sulla struttura può essere fatta pensando la griglia di travi come una singola trave appoggiata agli estremi e soggetta al carico distribuito  $q = 300$  [N/cm]. In queste ipotesi la grandezza principale che caratterizza il comportamento della struttura è rappresentata dal momento flettente in mezzeria, dato da

$$M = \frac{Q_{tot}}{2} \cdot \frac{600}{2} - q \cdot \frac{200^2}{2} = 12000000 \text{ [N}\cdot\text{cm]}$$

## 1.2 Risultati della procedura

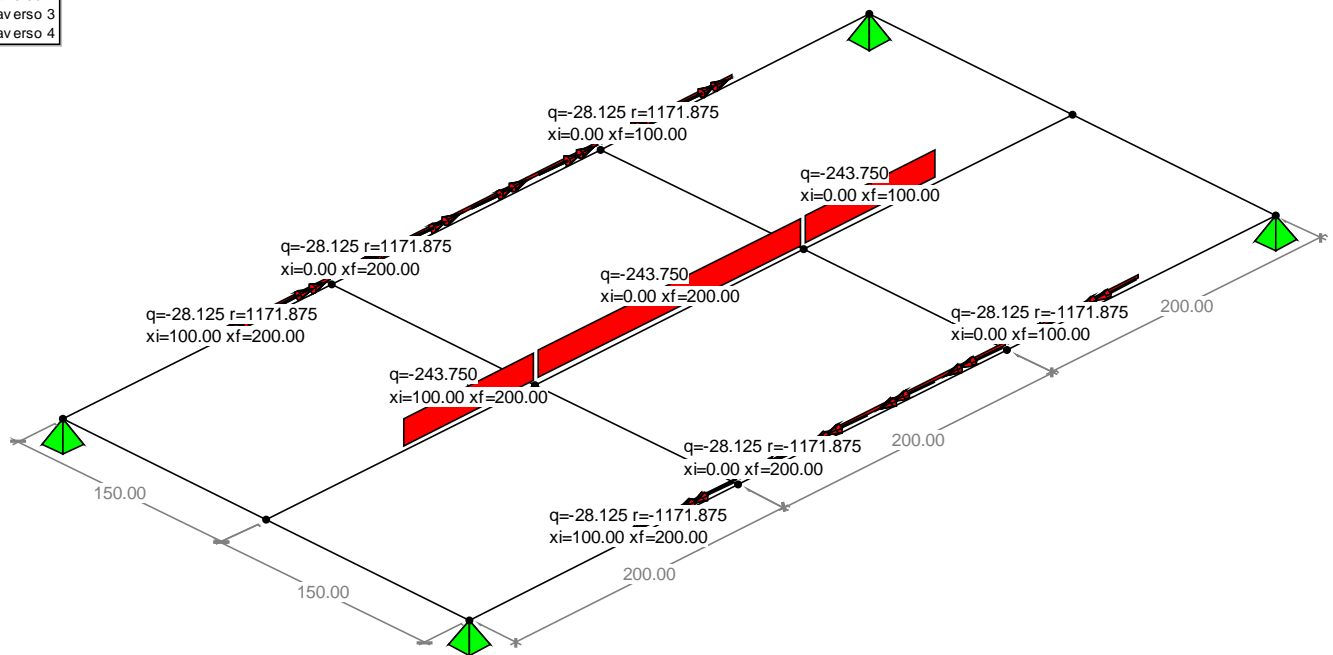
### 1.2.1 Formule teoriche

Utilizzando la funzione **Trasforma in carichi applicati alle aste** del menù locale che si apre dopo aver fatto la selezione del carico distribuito sul piano X,Y, si trasferisce il carico alle aste sfruttando la procedura TrasfXY.

I carichi parziali generati corrispondono ai valori A,B, $M_i$ , $M_k$  calcolati in 1.1.1.

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Traverso 1
- Traverso 2
- Traverso 3
- Traverso 4

● Peso proprio



### 1.2.2 Carico applicato

Le reazioni degli appoggi (nodi 1,4,9,12) valgono 30000 [N] ciascuna. La loro somma vale 120000 [N].

Il risultato soddisfa il calcolo alternativo e la condizione di simmetria.

### 1.2.3 Effetto globale

I momenti flettenti in mezzeria delle aste 2,5,8 sono rispettivamente:

$$M_{A2} = 3756226 \text{ [Ncm]}$$

$$M_{A5} = 4487548 \text{ [Ncm]}$$

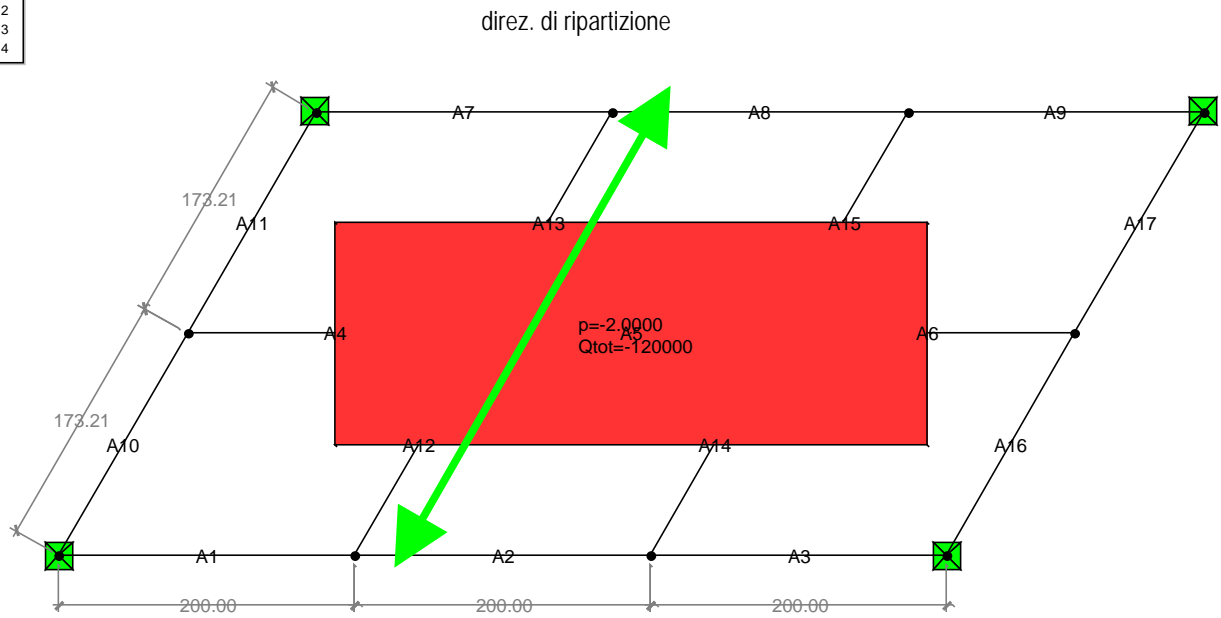
$$M_{A8} = 3756226 \text{ [Ncm]}$$

la cui somma è 12000000, esattamente il risultato che ci si attendeva.

## 2 -TC TRASFXY 2 - Graticcio a 17 aste - carico nel perimetro aste - inclinazione 30° - ripartizione in direz. trasversi

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Traverso 1
- Traverso 2
- Traverso 3
- Traverso 4

- Peso proprio



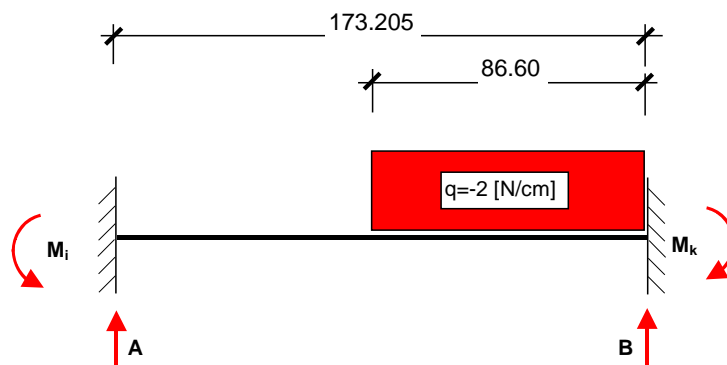
Luce tra gli appoggi in direzione X = 600 [cm]  
 Inclinazione in pianta 30°  
 Lunghezza zona di carico = 400 [cm]  
 Larghezza zona di carico = 150 [cm]  
 Pressione = 2 [N/cm<sup>2</sup>]  
 Carico totale applicato 120000 [N]

### 2.1 Parametri di confronto

- C1. Correttezza applicazione formule teoriche
- C2. Integrità del carico applicato
- C3. Atteso effetto globale

#### 2.1.1 Formule teoriche

Ripartizione di ogni fascia ΔX di carico unitaria sulle aste A1,A4,A7 / A2,A5,A8 / A3,A6,A9. Sollecitazioni di incastro perfetto da applicare ad ogni asta "fittizia".



$$P=q \cdot L=173.205 \text{ [N]}$$

$$A = 3/16 P = 32.476 \text{ [N]}$$

$$B = 13/16 P = 140.729 \text{ [N]}$$

$$M_i = 5/96 P \cdot 173.205 = 1562.5 \text{ [N} \cdot \text{cm]}$$

$$M_k = 11/96 P \cdot 173.205 = 3437.5 \text{ [N} \cdot \text{cm]}$$

Tenendo conto dell'inclinazione delle aste rispetto alla direzione di ripartizione si ha:

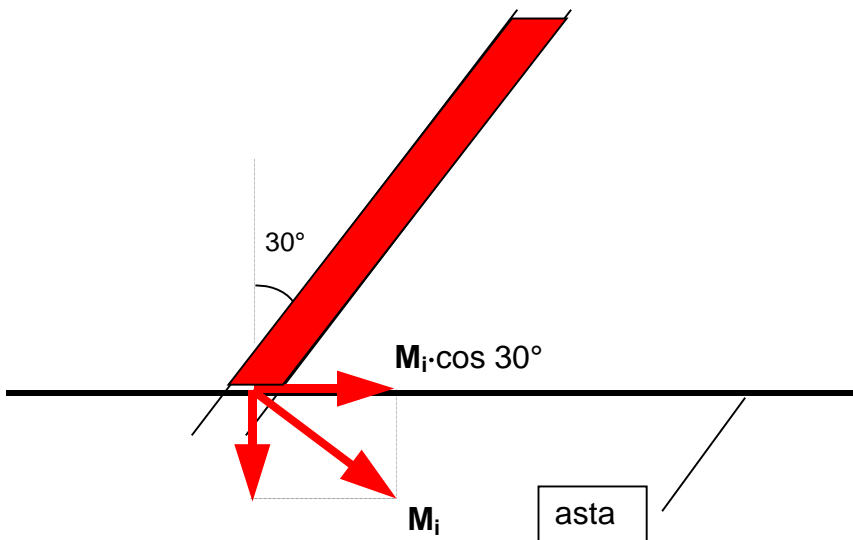
$$q_{A,vert} = 32.476 \cdot \cos 30^\circ = 28.125 \text{ [N/cm]}$$

$$q_{B,vert} = 140.729 \cdot \cos 30^\circ = 121.875 \text{ [N/cm]}$$

$$r_{A,tors} = 1562.5 \cdot \cos^2 30^\circ = 1171.875 \text{ [N} \cdot \text{cm/cm]}$$

$$r_{B,tors} = 3437.5 \cdot \cos^2 30^\circ = 2578.123 \text{ [N} \cdot \text{cm/cm]}$$

Il vettore momento flettente all'incastro ha una direzione non parallela all'asta: viene inserita nel calcolo solo la componente longitudinale, che diventa momento torcente per l'asta, mentre viene tralasciata la componente trasversale che rappresenta un carico *coppia flettente distribuito*. Ciò equivale a considerare che l'asta fittizia sia collegata all'asta reale con una cerniera che consente rotazione attorno ad un asse ortogonale all'asta reale stessa e contenuto nel piano del graticcio.



### 2.1.2 Carico applicato

Il carico verticale totale è pari a 120000 [N], diretto verso il basso (verso negativo asse Z della terna destrorsa).

### 2.1.3 Effetto globale

La valutazione del momento flettente in mezzeria della struttura non rappresenta un problema risolvibile con formule semplici ma richiede l'utilizzo di metodi approssimati che non rappresentano un valido confronto.

## 2.2 Risultati della procedura

### 2.2.1 Formule teoriche

Utilizzando la funzione **Trasforma in carichi applicati alle aste** del menù locale che si apre dopo aver fatto la selezione del carico distribuito sul piano X,Y, si trasferisce il carico alle aste sfruttando la procedura TrasfXY.

I carichi parziali generati corrispondono ai valori  $q_{A,vert}$ ,  $q_{B,vert}$ ,  $r_{A,tors}$ ,  $r_{B,tors}$  calcolati in 2.1.1.

### 2.2.2 Carico applicato

Le reazioni degli appoggi nodi 1,12 valgono 19717 [N] ciascuna, quelle dei nodi 9,4 valgono 40283 [N].  
La loro somma vale 120000 [N].

Il risultato soddisfa il calcolo alternativo e le condizioni di simmetria che la struttura e la condizione di carico presentano.

### 2.2.3 Effetto globale

I momenti flettenti in mezzeria delle aste 2,5,8 sono rispettivamente:

$$M_{A2}=3091810 \text{ [Ncm]}$$

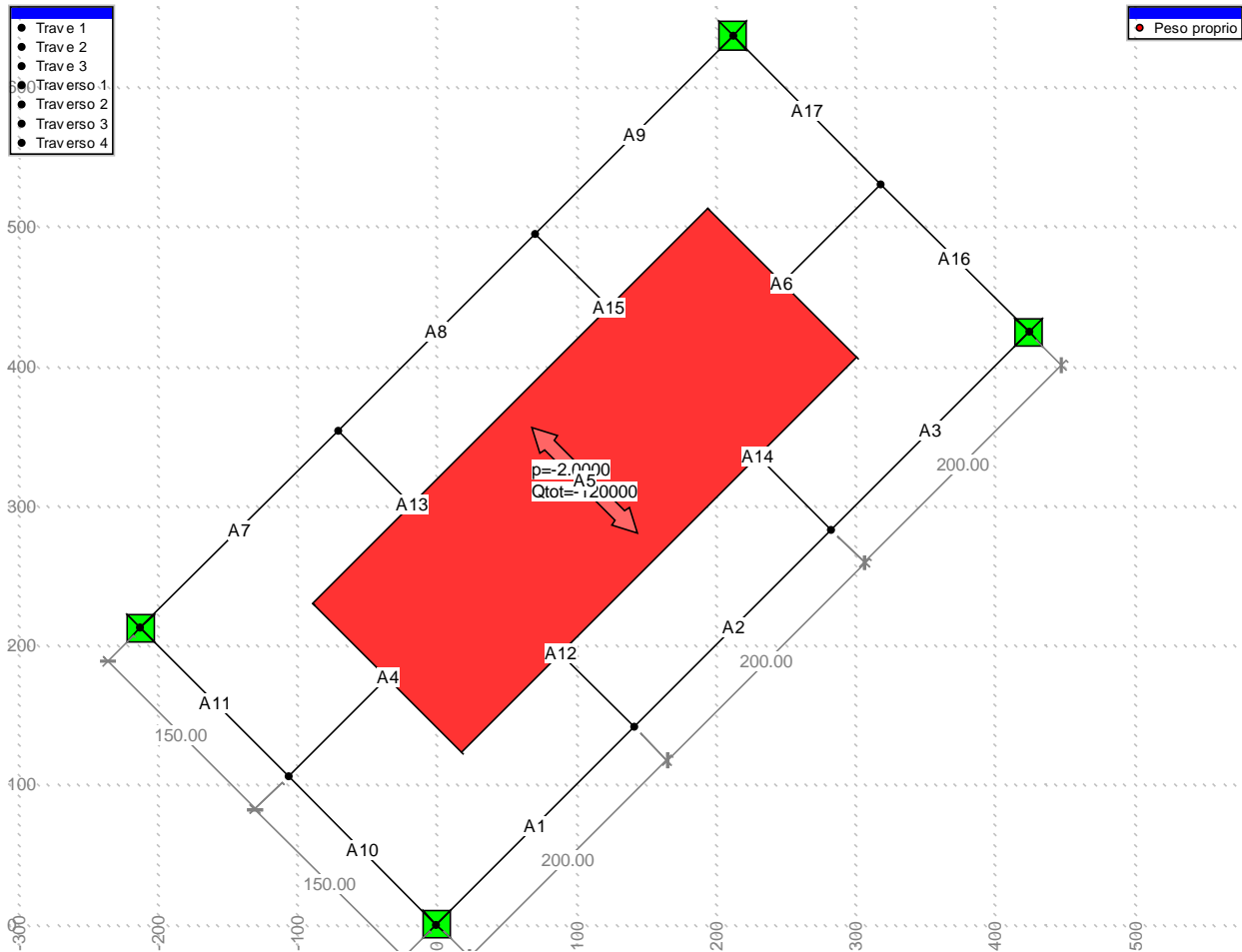
$$M_{A5}=3841641 \text{ [Ncm]}$$

$$M_{A8}=3091810 \text{ [Ncm]}$$

Il momento totale vale 10020068 [N-cm], inferiore a quello calcolato in TCTRASFXY1, come ci si poteva aspettare in virtù del contributo torsionale delle aste innescato dall'angolazione in pianta della geometria della struttura.

### 3 – TC TRASFXY 3 - Graticcio a 17 aste ruotato 45° rispetto agli assi- carico nel perimetro aste

La rotazione di 45° della struttura nel piano X,Y comporta dei valori numerici delle coordinate dei nodi e dei vertici dell'area caricata che necessariamente non sono esattamente rappresentabili in virgola mobile. Tale situazione non deve portare ad apprezzabili differenze rispetto al test TCTRASFXY1.



#### 3.1 Parametri di confronto

I parametri ed i valori di confronto sono gli stessi del TCTRASFXY1.

#### 3.2 Risultati della procedura

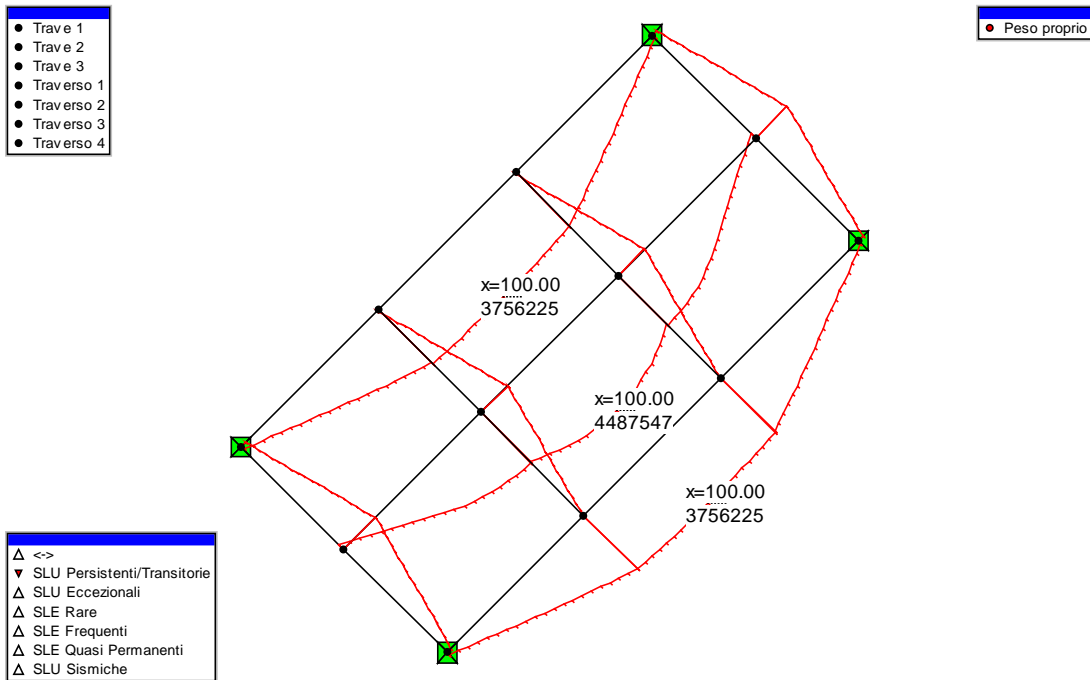
I momenti flettenti in mezziera delle aste 2,5,8 ottenuti nel modello ortogonale agli assi sono rispettivamente (cfr 1.2.3):

$$M_{A2} = 3756226 \text{ [Ncm]}$$

$$M_{A5} = 4487548 \text{ [Ncm]}$$

$$M_{A8} = 3756226 \text{ [Ncm]}$$

e sono aderenti con quelli calcolati in questo test.



Le reazioni dei vincoli rispettano l'integrità del carico applicato e la simmetria:

### Spostamenti e reazioni

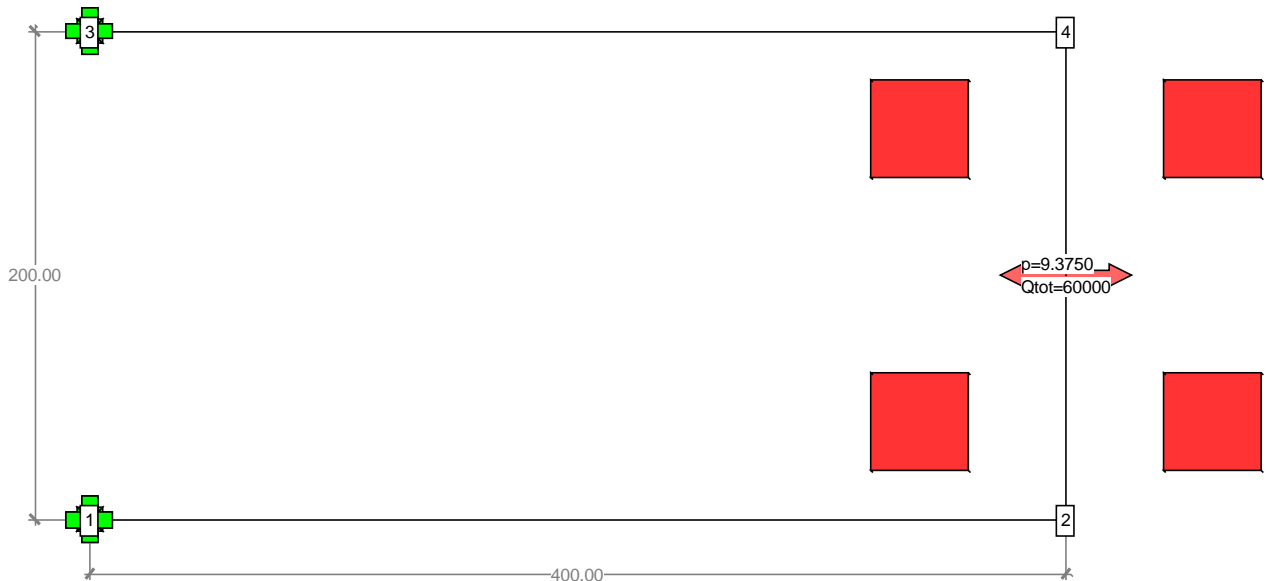
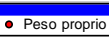
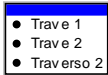
Condizione : *Peso proprio*

nodo	Rotaz. Rx	Spost. Wz	Rotaz. Ry	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
1	-0.16055	0.0000	0.09836	0	30000	0
2	-0.10753	-0.5252	0.01969	0	0	0
3	0.01969	-0.5252	-0.10753	0	0	0
4	0.09836	0.0000	-0.16055	0	30000	0
5	-0.13552	-0.0721	0.13552	0	0	0
6	-0.06999	-0.6354	0.06999	0	0	0
7	0.06999	-0.6354	-0.06999	0	0	0
8	0.13552	-0.0721	-0.13552	0	0	0
9	-0.09836	0.0000	0.16055	0	30000	0
10	-0.01969	-0.5252	0.10753	0	0	0
11	0.10753	-0.5252	-0.01969	0	0	0
12	0.16055	0.0000	-0.09836	0	30000	0
Reazioni totali				0	120000	0



## 4. TC TRASFXY 4 – poligono complesso e a sbalzo

Il test dimostra il funzionamento della procedura TRASFXY nel caso di poligono complesso a 22 vertici dell'area di carico e carico non compreso in una maglia del grigliato di aste (carico a sbalzo). Il carico viene trasferito alle aste seguendo la direzione dell'asse X e perciò sia le impronte a destra che quelle a sinistra dell'asta 3 (nodi 2-4) generano carichi che insistono su tale asta e vengono trattati come carichi a sbalzo.

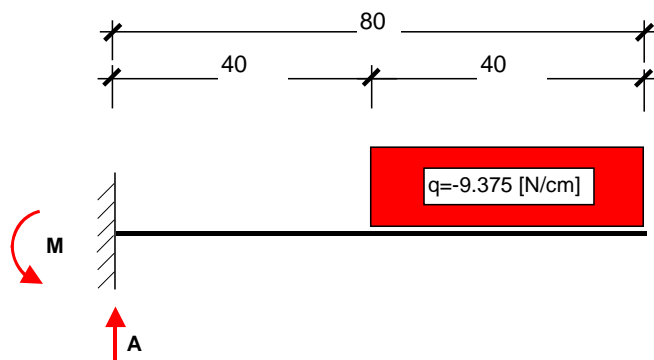


### 4.1 Parametri di confronto

- C1. Correttezza applicazione formule teoriche
- C2. Integrità del carico applicato
- C3. Atteso effetto globale

#### 4.1.1 Formule teoriche

I carichi a sbalzo vengono trattati con le note soluzioni per la mensola incastrata. Per ogni striscia di larghezza unitaria si ha:



da cui:  $A = 9.375 \cdot 40 = 375 \text{ [N]}$        $M = A \cdot 60 = 22500 \text{ [N}\cdot\text{cm]}$

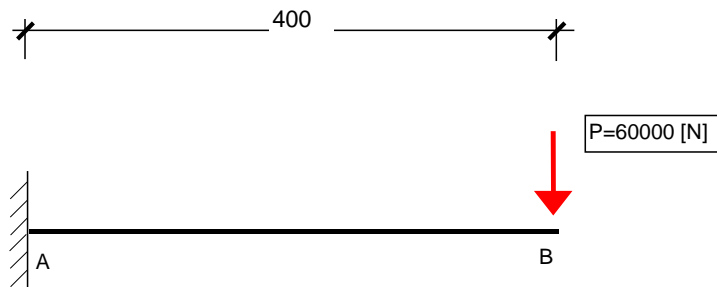
#### 4.1.2 Carico applicato alle aste

Il carico totale agente verso il basso sull'area descritta dal poligono è di 60000 [N].

#### 4.1.3 Effetto globale

Viene valutato l'abbassamento all'estremità (nodi 2 e 4).

Le aste 1 e 2 del grigliato sono costituite da travi in acciaio HEA400  $J=45070 \text{ [cm}^4]$ ,  $E=21000000 \text{ [N/cm}^2]$ .



abbassamento del punto B:

$$M_B = \frac{Pl^3}{3EJ} = \frac{60000 \cdot 400^3}{3 \cdot 21000000 \cdot 45070 \cdot 2} = 0.6762 \text{ [cm]}$$

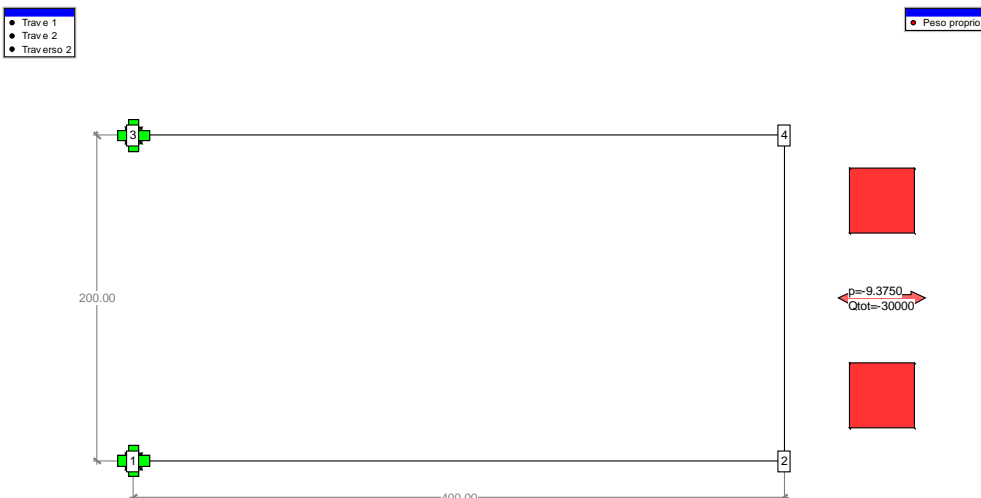
## 4.2 Risultati della procedura

### 4.2.1 Formule teoriche

Utilizzando la funzione **Trasforma in carichi applicati alle aste** del menù locale che si apre dopo aver fatto la selezione del carico distribuito sul piano X,Y, si trasferisce il carico alle aste sfruttando la procedura TrasfXY.

Il carico previsto in questo caso si traduce in un distribuito verticale pari a  $-750 \text{ [N/cm]}$  e nessuna coppia torcente sull'asta.

Riducendo il carico alle due sole impronte di destra si ottengono esattamente i valori calcolati in 4.1.1.



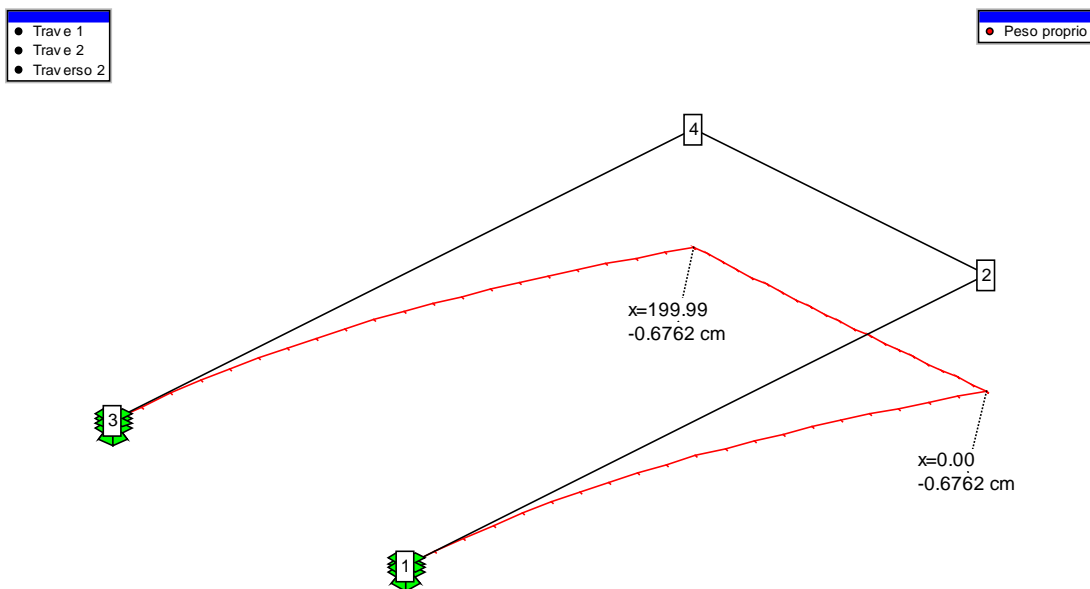
### 4.2.2 Carico applicato alle aste

La reazione verticale totale dei vincoli è pari al carico totale applicato:

<b>Spostamenti e reazioni</b>						
<b>Condizione : Peso proprio</b>						
nodo	Rotaz. Rx	Spost. Wz	Rotaz. Ry	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
1	0.00000	0.0000	0.00000	1049	30000	-1.2E7
2	-0.01575	-0.6762	0.14529	0	0	0
3	0.00000	0.0000	0.00000	-1049	30000	-1.2E7
4	0.01575	-0.6762	0.14529	0	0	0
Reazioni totali				0	60000	-2.4E7

### 4.2.3 Effetto globale

La freccia ai nodi 2 e 4 in valore assoluto risulta 0.6762 [cm], come calcolato in 4.1.3.



## 5. TC TRASFXY 5 – Impalcato da ponte

Il test esegue una comparazione dei risultati di studio di un impalcato da ponte ottenuti con due metodi totalmente diversi. In uno dei due casi il procedimento passa per la procedura TRASFXY, la quale ha un ruolo significativo sul risultato finale.

### 5.1 Parametri di confronto

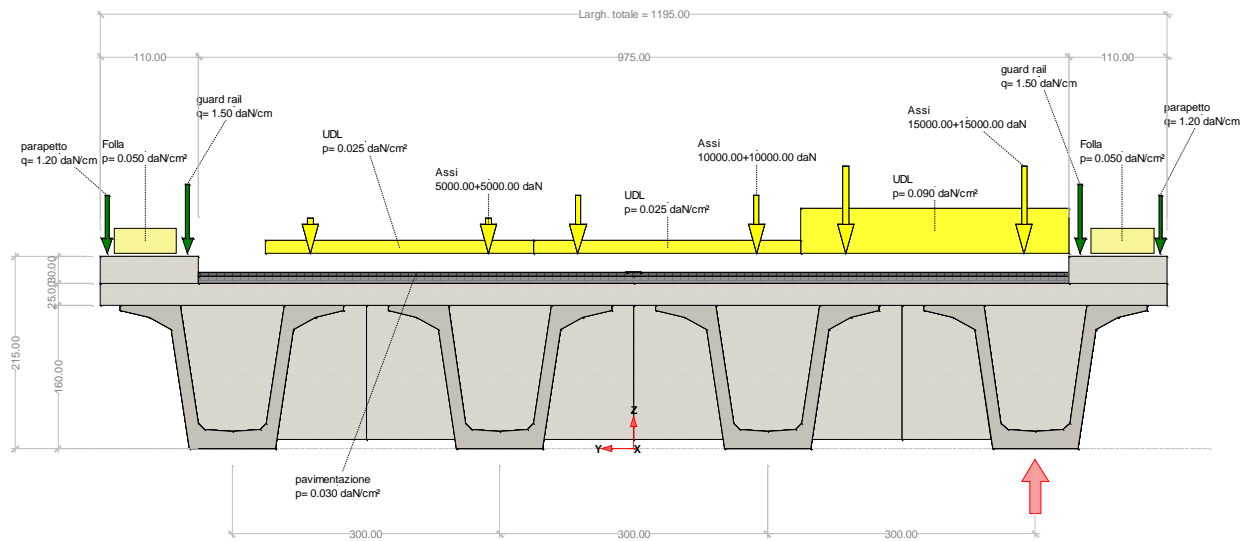
Viene assunto come parametro di confronto:

- i momenti flettenti in mezzeria delle travi
- la somma dei momenti flettenti in mezzeria delle travi principali

per una determinata configurazione di carico.

#### 5.1.1 Momenti flettenti in mezzeria delle travi e momento totale

Un metodo di calcolo dei momenti flettenti in mezzeria è rappresentato dal metodo di Massonnet, implementato nel programma SIGMAC.



I momenti flettenti in mezzeria delle 4 travi longitudinali sotto l'effetto dei carichi posti in carreggiata e visualizzati in figura (tandem+UDL) risultano:

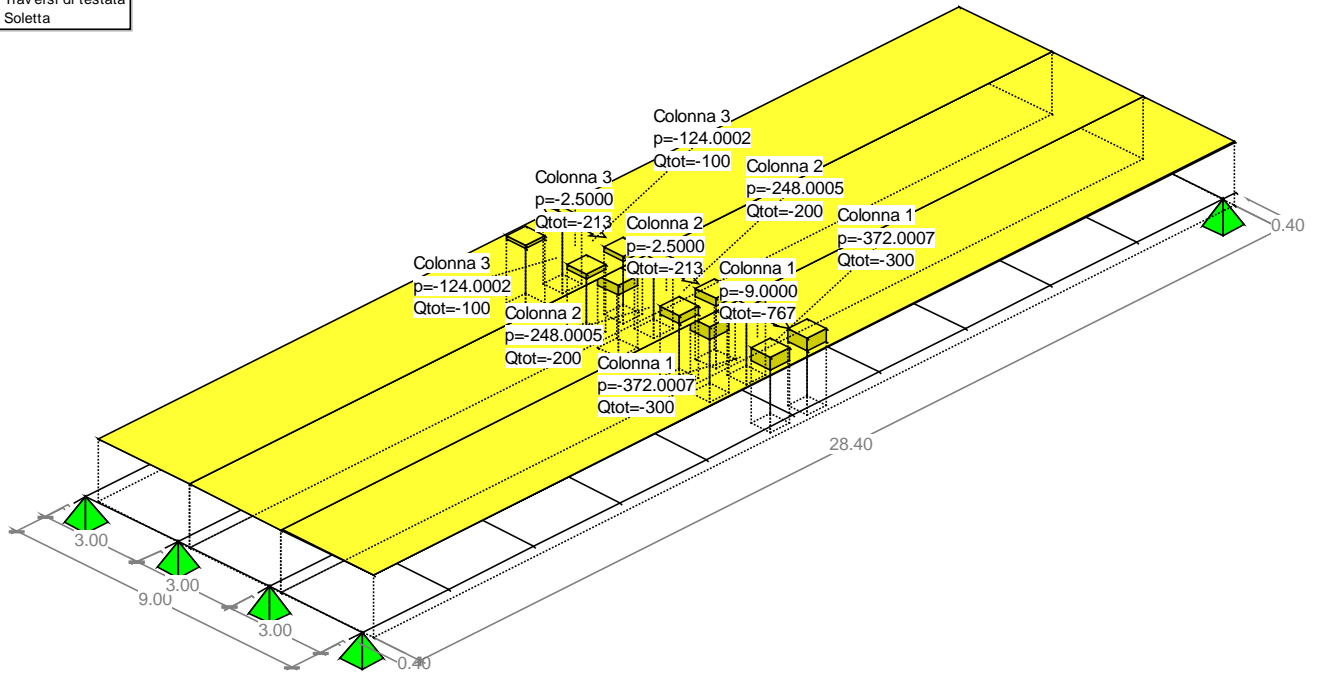
	M l/2 [KNm]
trave 1 (a destra)	1773
trave 2	2971
trave 3	3855
trave 4 (a sinistra)	3975
TOTALE	12574

## 5.2 Risultati della procedura

### 5.2.1 Momenti flettenti

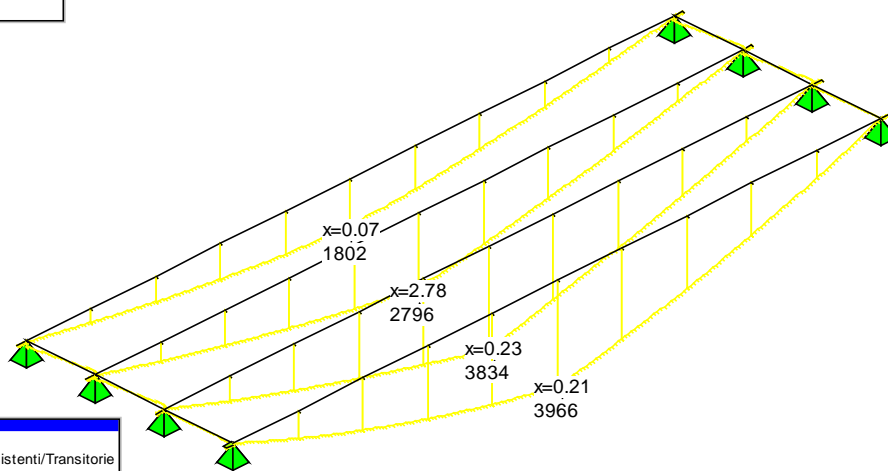
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Traversi di testata
- Soletta

- Peso proprio
- Traffico per Mmax
- Traffico per Vmax



- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Traversi di testata
- Soletta

- Peso proprio
- Traffico per Mmax
- Traffico per Vmax



- ▼ <>>
- △ SLU Persistenti/Transitorie
- △ SLU Eccezionali
- △ SLE Rare
- △ SLE Frequenti
- △ SLE Quasi Permanenti
- △ SLU Sismiche

Il momento totale agente in mezzera delle travi vale 12398 [KNm] (-1.4% rispetto al calcolo alternativo).