

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Assessorato della Difesa dell'Ambiente

**IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI SOLIDI
URBANI E VALORIZZAZIONE RACCOLTE
DIFFERENZIATE A SERVIZIO DELL'AMBITO
TERRITORIALE OTTIMALE DELLA
PROVINCIA DI ORISTANO
TERZO LOTTO FUNZIONALE - TERZO STRALCIO**

**REALIZZAZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO E DEGLI EDIFICI
DESTINATI ALLA RAFFINAZIONE E CONFEZIONAMENTO DEL
COMPOST MATURO**

**1° SUB STRALCIO FUNZIONALE:
REALIZZAZIONE DELLE AREE E DEGLI EDIFICI**

PROGETTO ESECUTIVO

STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO

ELABORATO:

LABORATORIO/UFFICI
**RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURE IN C.A.**

ALLEGATO:

A3.2

Data:

CUP: E53D05000380002

CIG: 7648734EF5

IL PRESIDENTE
(Rag. Massimiliano Daga)

IL DIRETTORE
(Dott. Marcello Siddu)

IL PROGETTISTA
(Ing. Agostino Pruneddu)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Ing. Salvatore Daga)

rev.	data	descrizione	redato	verificato	approvato

Codice Elaborato

P I T A 0 1 P E 0 4 A 0 0 5 R 0 0

Lavoro

Fase

Sub Fase

Tipo

Elaborato

Revisione

INDICE

PREMESSA	2
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
METODO E CODICI DI CALCOLO	3
CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI	4
VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	4
MODELLO DI CALCOLO	5
AZIONI	7
COMBINAZIONI DI CARICO	11
SOLLECITAZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO	15
TRAVI DI FONDAZIONE: T1 – T2	17
TRAVI DI FONDAZIONE: T1 – T2	17
TRAVI DI FONDAZIONE: T3 – T4	20
TRAVI DI FONDAZIONE: T5 – T6 – T7 – T8 – T9	22
TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T10 – T11	24
TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T10 – T11	24
TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T10 – T11	24
TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T12 – T13	30
TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T14 – T15 – T18 – T19	36
PILASTRI SEZIONE 25x25 cm	40
PILASTRI SEZIONE 40x25 cm	46
VERIFICA DEL SOLAIO	51
CONCLUSIONI	54

PREMESSA

La presente relazione si riferisce al dimensionamento ed alla verifica degli elementi strutturali previsti per la costruzione dell'ampliamento del Fabbricato, ad uso uffici e servizi, esistente nell'impianto per il trattamento dei rifiuti ad Arborea in provincia di Oristano.

Si precisa che, così come previsto per il corpo esistente, il dimensionamento del fabbricato è stato condotto considerando la possibilità di sopraelevazione dello stesso e, pertanto, tutte le verifiche, sono riferite alla configurazione finale dell'edificio costituita da due piani fuori terra con copertura non praticabile.



Tale relazione, inoltre, costituisce parte integrante dei disegni esecutivi di progetto nei quali sono riportate le caratteristiche dimensionali delle sezioni strutturali adottate.

Ai fini delle verifiche sono state individuate le azioni che interessano il manufatto e le relative sollecitazioni; per le sezioni maggiormente caratterizzanti le strutture, sono state riportate le verifiche di stabilità e di resistenza. Il calcolo e le verifiche sono state effettuate adottando il metodo semiprobabilistico degli stati limite.

* * *

1. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli e le verifiche riportate nella presente relazione sono stati condotti con riferimento al disposto delle seguenti norme:

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 11951, 14 febbraio 1974 - *“Istruzioni relative alla Legge 5 novembre 1971”*
- D.M. 14.01.2008 – *“Norme tecniche per le costruzioni”*
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617 – *“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.”*

Il progetto, inoltre, si richiama anche ai principi contenuti nelle seguenti normative europee:

- EUROCODICE 1 - Azioni sulle strutture.
- EUROCODICE 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo.

* * *

2. **METODO E CODICI DI CALCOLO**

I calcoli e le verifiche riportate nella presente relazione sono stati condotti secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici, omogenei ed isotropi. La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale. Le verifiche di resistenza delle sezioni sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche.

Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente nell'attività professionale.

3. CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI

Nell'esecuzione delle opere in oggetto è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI DI CLASSE C25/30

Classe di esposizione:	XC2
Copriferro minimo	25 mm
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{c,k} \geq 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{c,k} \geq 30 \text{ N/mm}^2$

CALCESTRUZZO PER TRAVI E SOLAI DI CLASSE C28/35

Classe di esposizione:	XC3
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{c,k} \geq 28 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{c,k} \geq 35 \text{ N/mm}^2$

CALCESTRUZZO PER I PILASTRI DI CLASSE C32/40

Classe di esposizione:	XC3
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{c,k} \geq 32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cubica:	$R_{c,k} \geq 40 \text{ N/mm}^2$

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO TIPO B450C

Tensione caratteristica di rottura:	$f_{t,k} \geq 540 \text{ N/mm}^2 \approx 5400 \text{ kg/cm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{y,k} \geq 450 \text{ N/mm}^2 \approx 4500 \text{ kg/cm}^2$
Resistenza di calcolo:	$f_{y,d} \geq 391 \text{ N/mm}^2 \approx 3910 \text{ kg/cm}^2$

* * *

4. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Conformemente a quanto indicato nelle Norme Tecniche, la costruzione si configura come Tipo 2, per cui la Vita Nominale V_N risulta appartenere al periodo indicato in tabella:

Tabella 2.4.1 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

La classe d'uso della costruzione è la II secondo la classificazione normativa riassunta nella tabella che segue:

Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

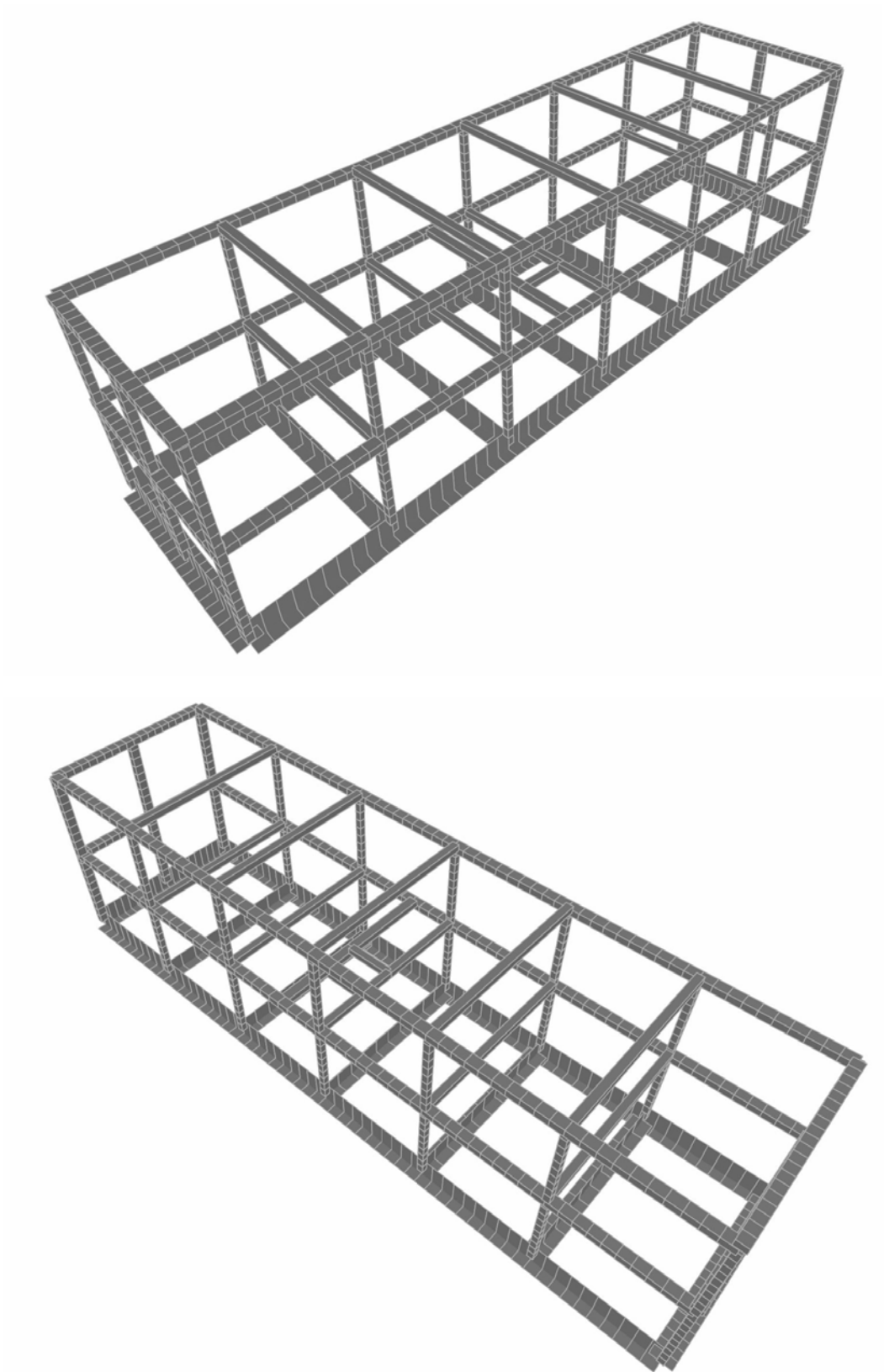
* * *

5. MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo della struttura è stato condotto adottando un programma automatico agli elementi finiti utilizzando elementi tipo "beam" per la schematizzazione delle travi e dei pilastri; l'interazione terreno-struttura è stata considerata schematizzando il terreno con un letto di molle alla Winkler con $K_w = 2 \text{ daN/cm}^3$.

Le sollecitazioni nei vari elementi costituenti il sistema durante le normali fasi di esercizio sono state valutate mediante un'analisi statica che ha permesso di verificare il corretto dimensionamento della struttura confrontando, agli stati limite ultimi, il momento resistente della sezione in c.a. con quello determinato dall'analisi e verificando, agli stati limite di esercizio, che risultassero soddisfatte le limitazioni per lo stato considerato.

Le seguenti figure illustrano varie viste del modello tridimensionale adottato.



6. AZIONI

I valori delle azioni considerati nei calcoli sono quelli previsti dal D.M. 14.01.2008; in particolare sono stati considerati, oltre al peso proprio delle strutture, i carichi elementari di seguito riportati:

Solaio di calpestio

- Peso proprio solaio $h=4+24+5 = 29$ cm	=	425 daN/mq
- Sovraccarico permanente	=	250 “
Totale Permanente G_k	=	675 daN/mq
Sovraccarico Accidentale Q_k	=	200 daN/mq

Solaio copertura

- Peso proprio solaio $h=4+24+5 = 29$ cm	=	425 daN/mq
- Sovraccarico permanente	=	350 “
Totale Permanente G_k	=	765 daN/mq
Sovraccarico Accidentale per Manutenzione Q_k	=	100 daN/mq

Carico dovuto alla neve

Il carico provocato dalla neve sulla copertura è stato valutato mediante la seguente espressione:

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

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura: $\mu_{i1} = 0.8$

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo per un periodo di ritorno di 50 anni = 60 kg/mq (Zona III);

C_E è il coefficiente di esposizione = 1;

C_t è il coefficiente termico = 1;

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Nel caso in esame si ha:

$$q_{s,1} = 0.8 \times 60 \times 1 \times 1 = 60 \text{ daN/mq}$$

Carico dovuto al vento

La pressione cinetica di riferimento, in N/m^2 , è data da :

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

dove:

v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m^3 .

Si ha inoltre:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Nel caso in esame risulta:

$$v_b = 28 \text{ m/s}$$

e quindi:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = \frac{1}{2} \times 1.25 \times 28^2 = 490 \text{ N/m}^2$$

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

dove:

q_b è la pressione cinetica di riferimento = 39 kg/m^2 ;

C_e è il coefficiente di esposizione:

$$C_e(z) = k^2 C_t \ln \left[\frac{z}{z_{\min}} \right] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

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

Assumendo la classe D di rugosità del terreno, in zona 6 la categoria corrispondente risulta essere la I.

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

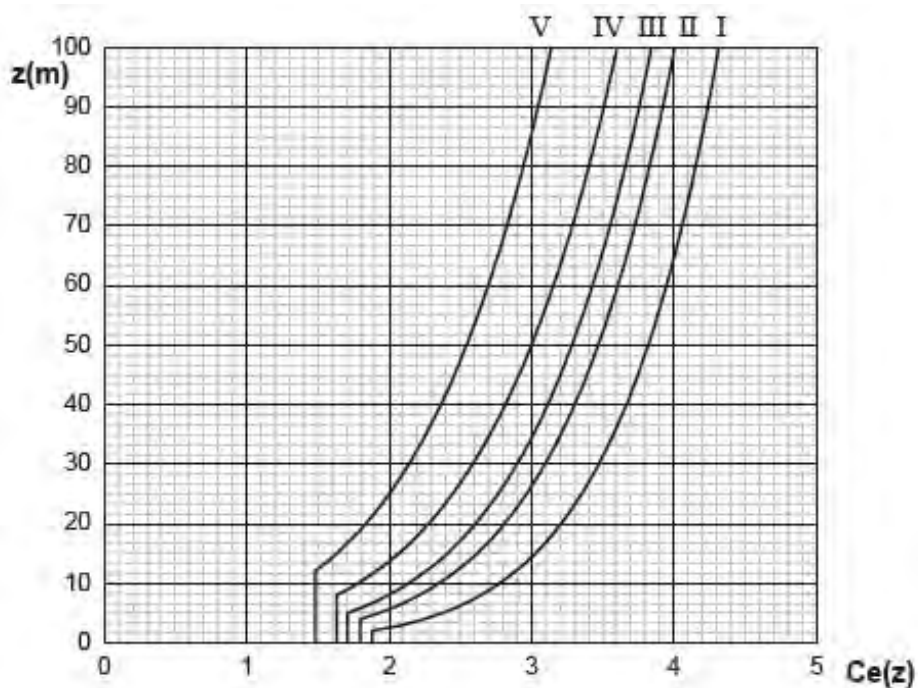
Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Tabella 3.3.II – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	k_T	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12



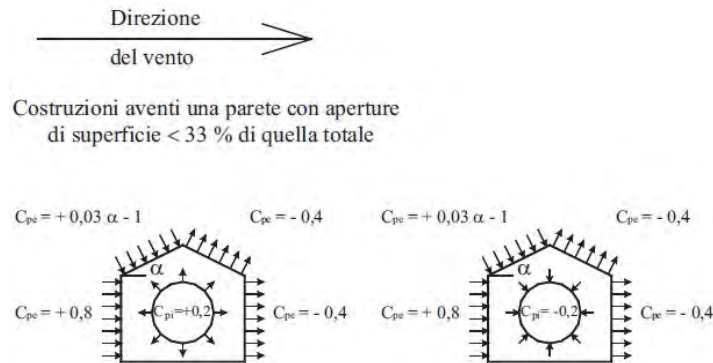
Assumendo il coefficiente di topografia $c_t = 1$ per $z < z_{min} = 2$ m, si ha:

$$c_e = 1.90$$

Per $z \approx 9.00$ si ha:

$$c_e = 2.70$$

c_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Nel caso di specie si ha: $c_p = 0.80$ per vento in pressione e $c_p = 0.40$ per vento in depressione.



c_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Si assume:

$$c_d = 1$$

In definitiva risulta:

$$p_1 = q_b c_e c_p c_d = 49 \times 1.90 \times 0.8 \times 1 = 75 \text{ daN/m}^2$$

$$p_2 = q_b c_e c_p c_d = 49 \times 1.90 \times 0.4 \times 1 = 37 \text{ daN/m}^2$$

$$p_3 = q_b c_e c_p c_d = 49 \times 2.70 \times 0.8 \times 1 = 106 \text{ daN/m}^2$$

$$p_4 = q_b c_e c_p c_d = 49 \times 2.70 \times 0.4 \times 1 = 53 \text{ daN/m}^2$$

Azione sismica

Si è considerata una vita nominale della struttura pari a:

$$V_N \geq 50 \text{ anni}$$

Inoltre, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, la costruzione è stata considerata in Classe II cui corrisponde un coefficiente d'uso pari a:

$$C_U = 1.0$$

Il fattore di struttura vale:

$$q = q_0 \times K_R$$

dove:

$$q_0 = 3.0 \times 1.3 = 3.90$$

$$K_R = 1$$

$$q = 3.90 \times K_R$$

Con riferimento a tali valori per la determinazione dell'azione di progetto si sono considerati i parametri riferiti alla zona amministrativa 4.

7. COMBINAZIONI DI CARICO

Con riferimento alle azioni elementari sopra determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico per gli stati limite ultimi (SLU):

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica:

$$G_1 + G_2 + P + E + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Tabella 2.6.I – 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		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽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.

- 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_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

SLU Persistenti/Transitorie

Combinazioni di carico :

co..	Permanenti	Accidentali ..	Accidentali ..	Vento	Azione sismica
1	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00
4	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00
5	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00
6	1.00	1.50	0.00	0.00	0.00
7	1.30	1.50	0.00	0.90	0.00
8	1.00	1.50	0.00	0.90	0.00
9	1.30	1.50	0.00	0.90	0.00
10	1.00	1.50	0.00	0.90	0.00
11	1.30	0.00	1.50	0.00	0.00
12	1.00	0.00	1.50	0.00	0.00
13	1.30	1.05	1.50	0.00	0.00
14	1.00	1.05	1.50	0.00	0.00
15	1.30	0.00	1.50	0.90	0.00
16	1.00	0.00	1.50	0.90	0.00
17	1.30	1.05	1.50	0.90	0.00
18	1.00	1.05	1.50	0.90	0.00
19	1.30	0.00	0.00	1.50	0.00
20	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00
21	1.30	1.05	0.00	1.50	0.00
22	1.00	1.05	0.00	1.50	0.00
23	1.30	0.00	0.00	1.50	0.00
24	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00
25	1.30	1.05	0.00	1.50	0.00
26	1.00	1.05	0.00	1.50	0.00

SLE Rare

Combinazioni di carico :

co..	Permanenti	Accidentali ..	Accidentali ..	Vento	Azione sismica
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	1.00	0.00	0.60	0.00
5	1.00	1.00	0.00	0.60	0.00
6	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
7	1.00	0.70	1.00	0.00	0.00
8	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00
9	1.00	0.70	1.00	0.60	0.00
10	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
11	1.00	0.70	0.00	1.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
13	1.00	0.70	0.00	1.00	0.00

SLE Frequenti

Combinazioni di carico :

co..	Permanenti	Accidentali ..	Accidentali ..	Vento	Azione sismica
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00
8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.20	0.00
11	1.00	0.30	0.00	0.20	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.20	0.00
13	1.00	0.30	0.00	0.20	0.00

SLE Quasi Permanenti

Combinazioni di carico :

co..	Permanenti	Accidentali ..	Accidentali ..	Vento	Azione sismica
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00

SLU Sismiche

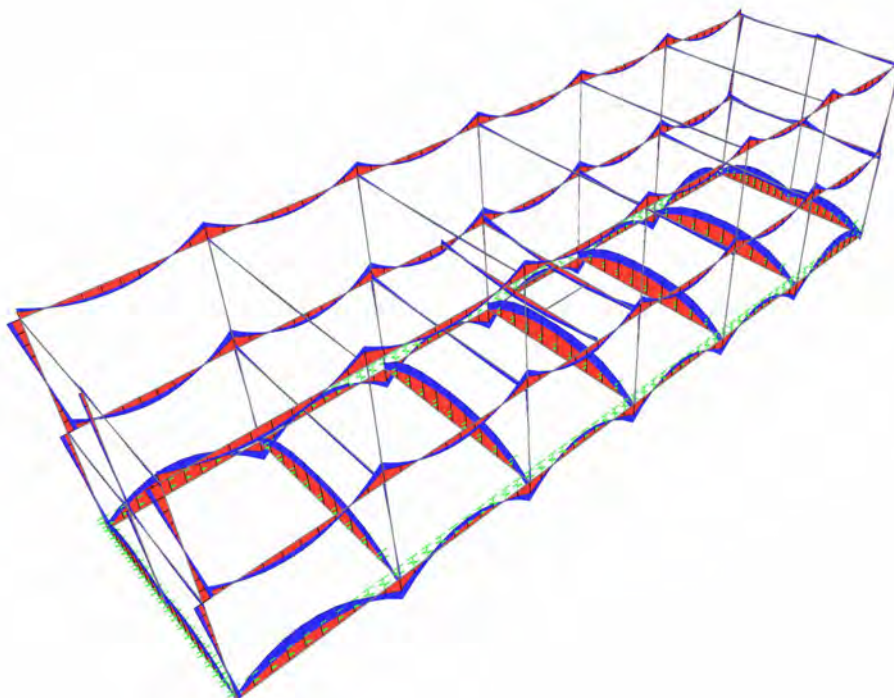
Combinazioni di carico :

co..	Permanenti	Accidentali ..	Accidentali ..	Vento	Azione sismica
1	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	1.00	0.30	0.00	0.00	1.00
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	1.00	0.30	0.00	0.00	1.00
5	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	1.00	0.30	0.00	0.00	1.00
7	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	1.00	0.30	0.00	0.00	1.00

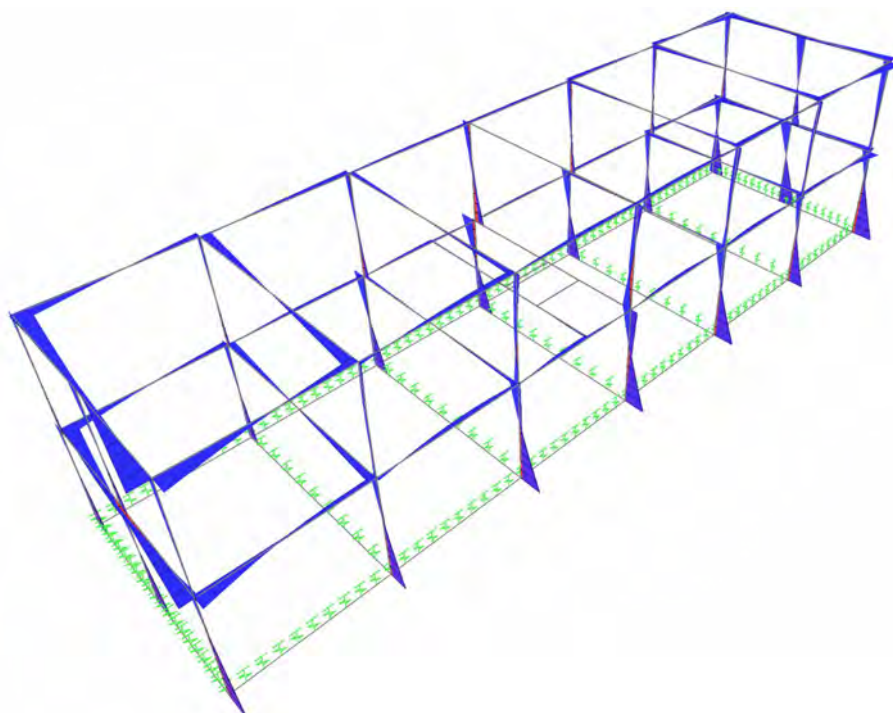
* * *

8. SOLLECITAZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO

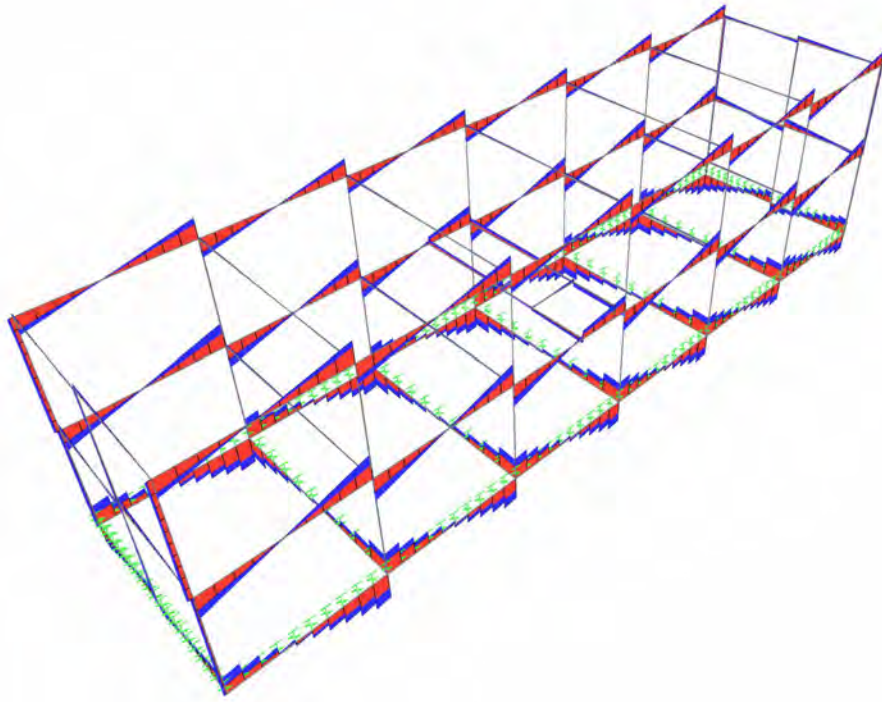
L'andamento dell'involuppo delle sollecitazioni risulta:



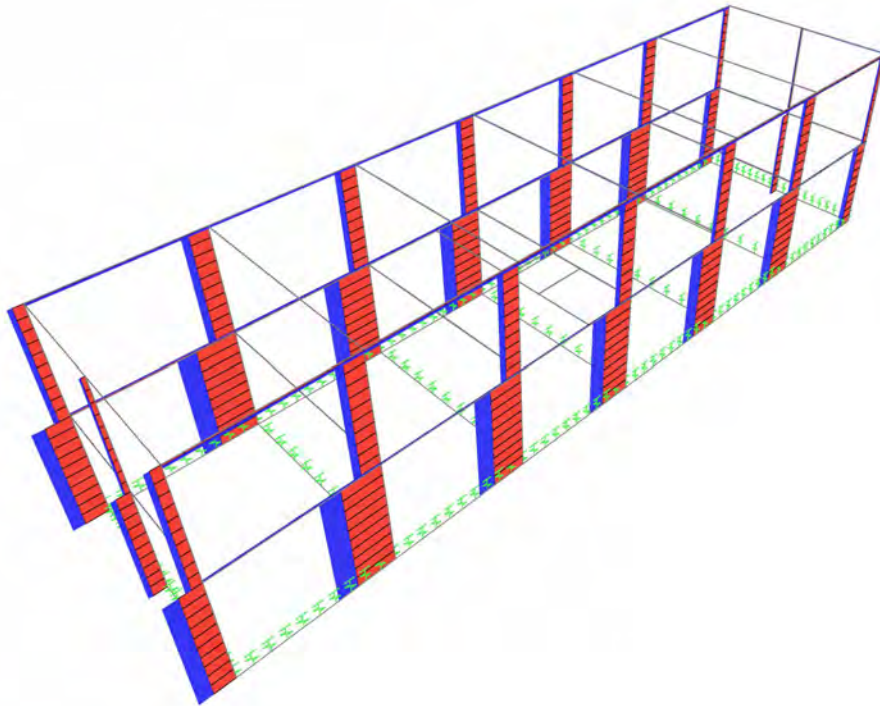
Involuppo del momento M_3



Involuppo del momento M_2



Inviluppo dello sforzo di taglio



Inviluppo dello sforzo assiale

* * *

9. TRAVI DI FONDAZIONE: T1 – T2 – T10– T11

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

Il momento massimo negativo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = -21204 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

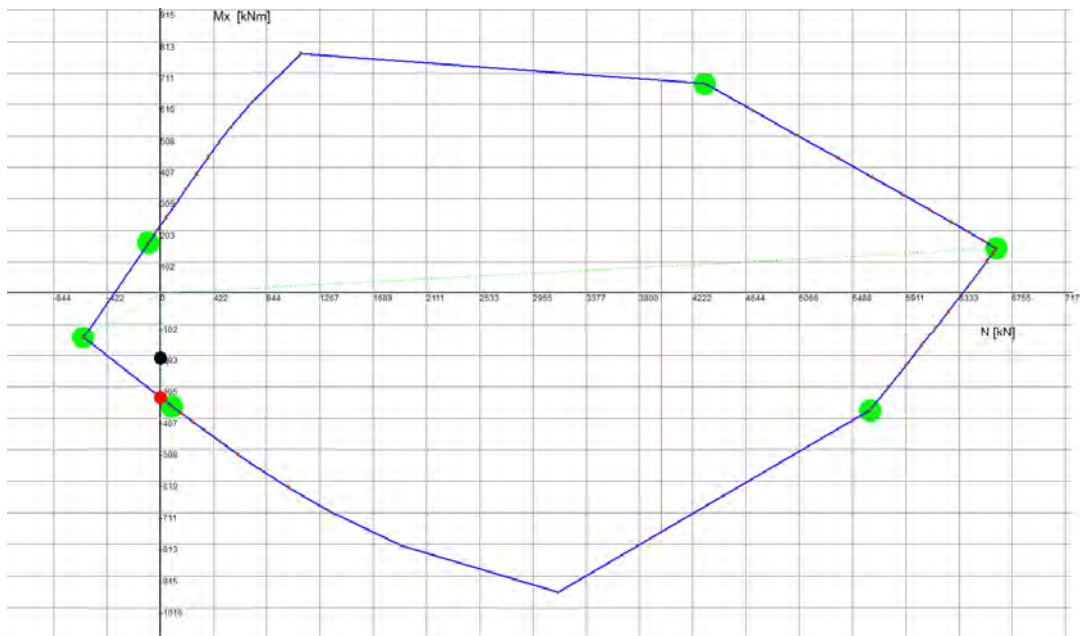
Base rettangolo inferiore:	85.0 cm		
Altezza rettangolo infer.:	30.0 cm		
Base rettangolo superiore:	25.0 cm		
Altezza rettangolo super.:	68.0 cm		
Barre inferiori	:		4Ø14 (6.2 cm ²)
Barre superiori	:		3Ø20 (9.4 cm ²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre)	:	4.5 cm	
Copriferro barre sup.(dal baric. barre)	:	4.5 cm	

ST.LIM.ULTIMI – SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-21204	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 6.2 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 9.4 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-21204	22	-33938	1.601	4.2	0.04	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00317	-0.02858	0.0	-0.00023	4.5	-0.06750	93.5

Il momento massimo positivo sotto i pilastri è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = 19489 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base rettangolo inferiore: 85.0 cm
 Altezza rettangolo infer.: 30.0 cm
 Base rettangolo superiore: 25.0 cm
 Altezza rettangolo super.: 68.0 cm
 Barre inferiori : 4Ø14 (6.2 cm²)
 Barre superiori : 2Ø14 (3.1 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.5 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.5 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	19489	0	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 6.2 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 3.1 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	19489	-11	21778	1.117	91.7	0.07	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01990	98.0	0.00099	93.5	-0.04860	4.5

Il valore massimo dello sforzo di taglio è risultato:

$$T_{\max} = 23229 \text{ daN}$$

La verifica a taglio offre i seguenti risultati:

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 25.0 cm [Passo massimo di normativa = 26.8 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 4.0 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 3.8 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	23229	7689	51362	33103	25.0	21.80	1.000	2.8

10. TRAVI DI FONDAZIONE: T3 – T4

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

Il momento massimo negativo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = -21250 \text{ daN/m}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

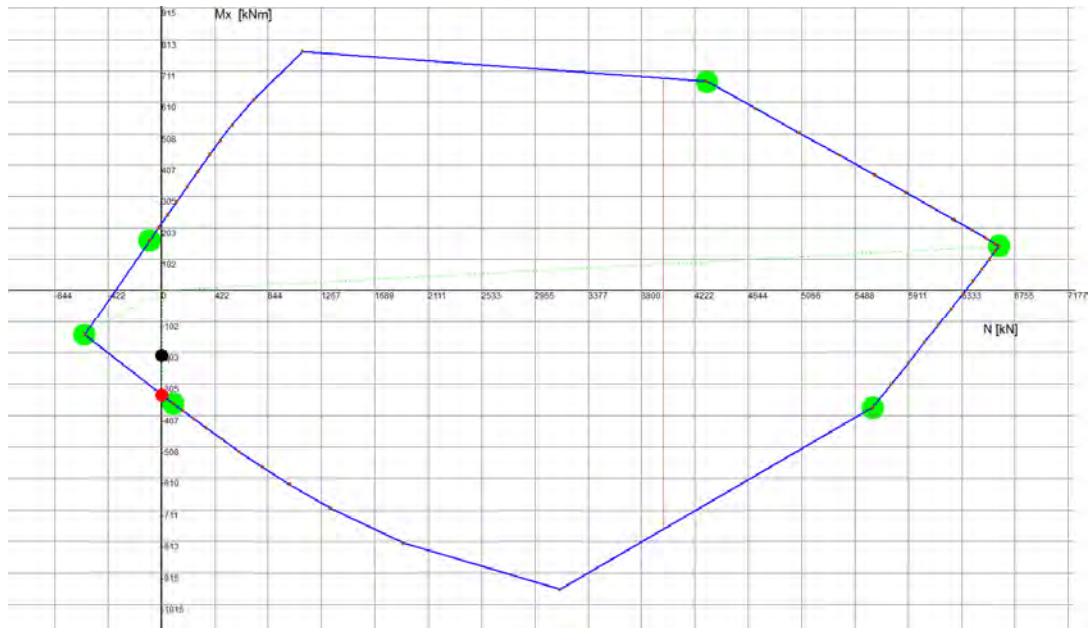
Base rettangolo inferiore: 85.0 cm
 Altezza rettangolo infer.: 30.0 cm
 Base rettangolo superiore: 25.0 cm
 Altezza rettangolo super.: 68.0 cm
 Barre inferiori : 4Ø14 (6.2 cm²)
 Barre superiori : 3Ø20 (9.4 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.5 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.5 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-21250	0	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.9 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, 0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 6.2 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 9.4 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-21250	22	-33938	1.597	4.2	0.04	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00317	-0.02858	0.0	-0.00023	4.5	-0.06750	93.5

Il valore massimo dello sforzo di taglio è risultato:

$$T_{\max} = 16508 \text{ daN}$$

La verifica a taglio offre i seguenti risultati:

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 25.0 cm [Passo massimo di normativa = 26.8 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 4.0 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 3.8 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	16508	7689	51362	33103	25.0	21.80	1.000	2.0

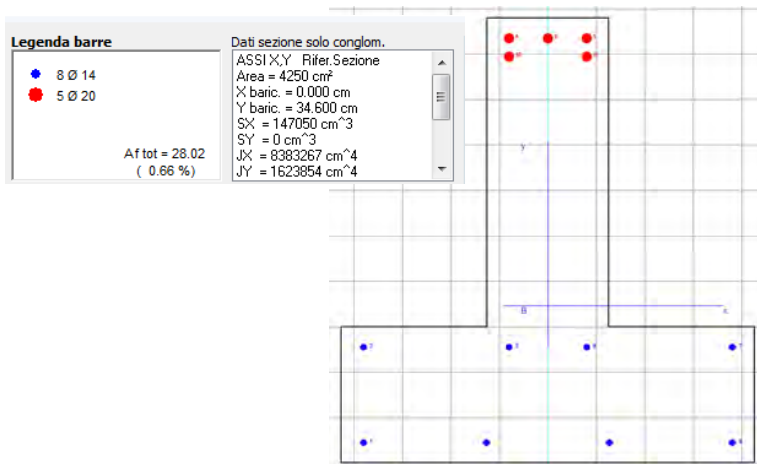
11. TRAVI DI FONDAZIONE: T5 – T6 – T7 – T8 – T9

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

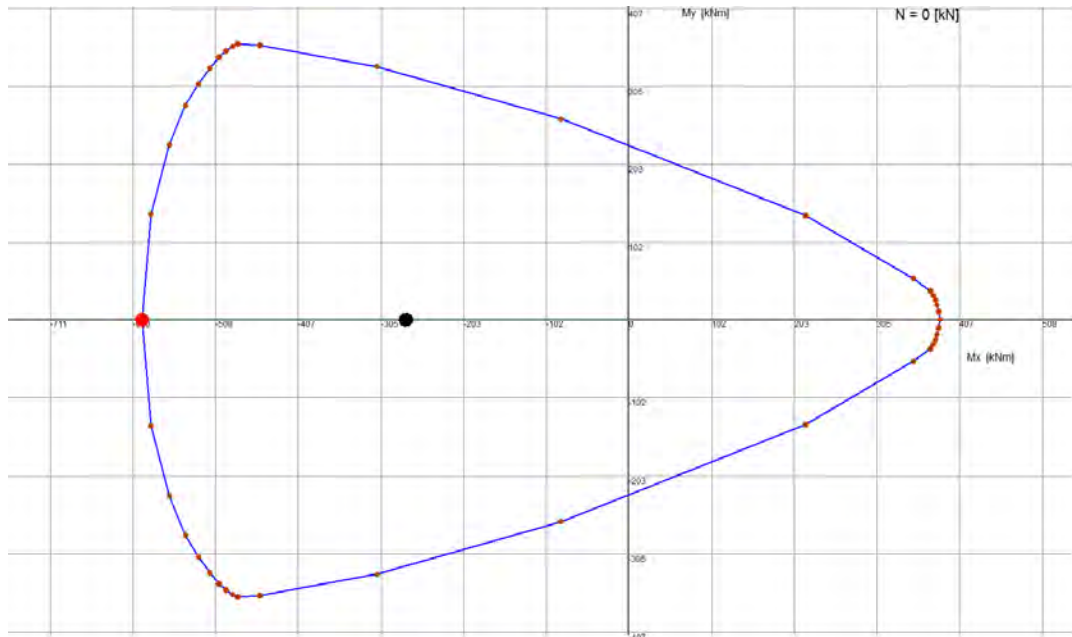
Il momento massimo negativo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = -27424 \text{ daN/m}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:



Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	-27424	0	0	-59852	0	2.182

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01707	-42.5	0.0	0.00130	-38.0	4.5	-0.04229	-8.0	93.5

Il valore massimo dello sforzo di taglio è risultato:

$$T_{max} = 16959 \text{ daN}$$

La verifica a taglio offre i seguenti risultati:

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 25.0 cm [Passo massimo di normativa = 26.8 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	16959	51361	33103	93.5	25.0	21.80°	1.000	2.1	4.0(0.0)

12. TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T12 – T13 – T21– T22

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

Il momento massimo positivo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{pos.}} = 8500 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

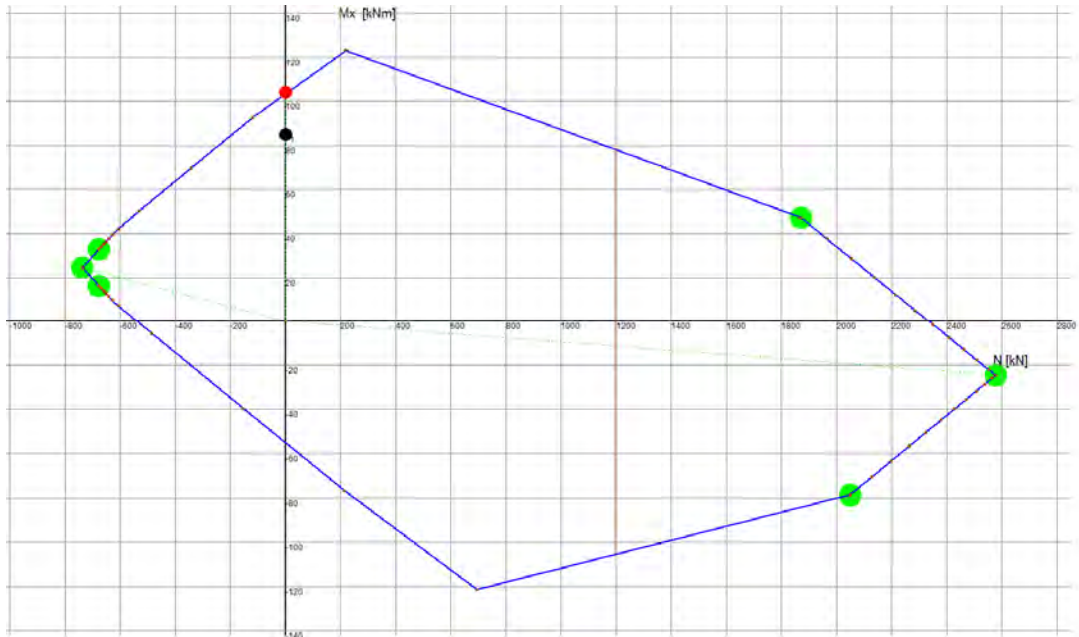
Base: 40.0 cm
 Altezza: 29.0 cm
 Barre inferiori : 4Ø20 (12.6 cm²)
 Barre superiori : 2Ø20 (6.3 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	8500	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.3 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.6 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 6.3 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	8500	-13	10421	1.226	22.3	0.28	0.78

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00296	29.0	0.00116	24.5	-0.00922	4.5

Il momento massimo negativo all'appoggio è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = -13600 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

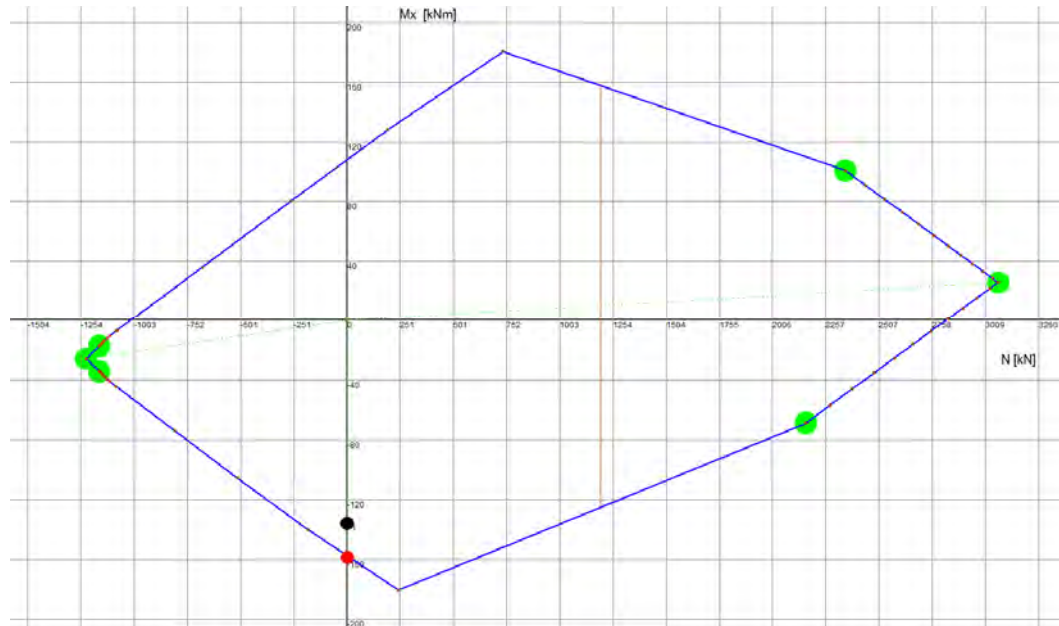
Base: 40.0 cm
 Altezza: 29.0 cm
 Barre inferiori : 4Ø20 (12.6 cm²)
 Barre superiori : 6Ø20 (18.8 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-13600	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, 0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 12.6 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 18.8 cm²

N.Comb.	Ver.	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-13600	19	-15880	1.168	7.0	0.28	0.79

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00271	0.0	0.00150	4.0	-0.00899	25.0

Il valore massimo dello sforzo di taglio è risultato:

$$T_{\max} = 17742 \text{ daN}$$

La verifica a taglio offre i seguenti risultati:

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 6.3 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 20.1 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 6.0 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver.	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	17742	7449	24611	44255	40.0	21.80	1.000	8.1

Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle

armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 0.60 \times 28 = 16.8 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione quasi permanente.}$$

Per l'acciaio la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

Nel caso in esame le sollecitazioni massime sono risultate:

Combinazioni Rare $M_{\max, \text{pos.}} = 6347 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{pos.}} = 5627 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	97.7	29.0	0.0	29.0	-2348	25.0	18.0	388	12.6	10.7

Combinazioni Rare $M_{\max, \text{neg.}} = -11684 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{neg.}} = -10392 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	141.6	0.0	0.0	0.0	-2600	4.0	18.0	355	18.8	6.4

Si deve, inoltre, verificare che il valore di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non superi i valori nominali w_1, w_2, w_3 secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

dove:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1,7 \text{ mm}$$

dove w_m , rappresenta l'ampiezza media delle fessure; si è fatto riferimento al gruppo di esigenze a): **condizioni ambientali normali**.

Nel caso in esame le sollecitazioni massime sono risultate:

Combinazioni Frequenti $M_{\max, \text{pos.}} = 6043 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{pos.}} = 5627 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	93.1	29.0	0.0	29.0	-2236	25.0	9.7	388	12.6	10.7	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	71.3	-71.3	-23.6	0.166	0.5	0.001034	122	0.215

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	86.7	29.0	0.0	29.0	-2082	25.0	9.7	388	12.6	10.7	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	66.4	-66.4	-22.0	0.166	0.5	0.000951	122	0.198

Combinazioni Frequenti $M_{\max, \text{neg.}} = -9887 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{neg.}} = -9226 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	135.0	0.0	0.0	0.0	-2478	4.0	8.9	355	18.8	6.4	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	112.6	-103.6	-37.4	0.170	0.5	0.001195	98	0.200

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	125.9	0.0	0.0	0.0	-2313	4.0	8.9	355	18.8	6.4	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	105.1	-96.6	-34.9	0.170	0.5	0.001109	98	0.186

13. TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T14 - T15

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

Il momento massimo positivo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{pos.}} = 4027 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

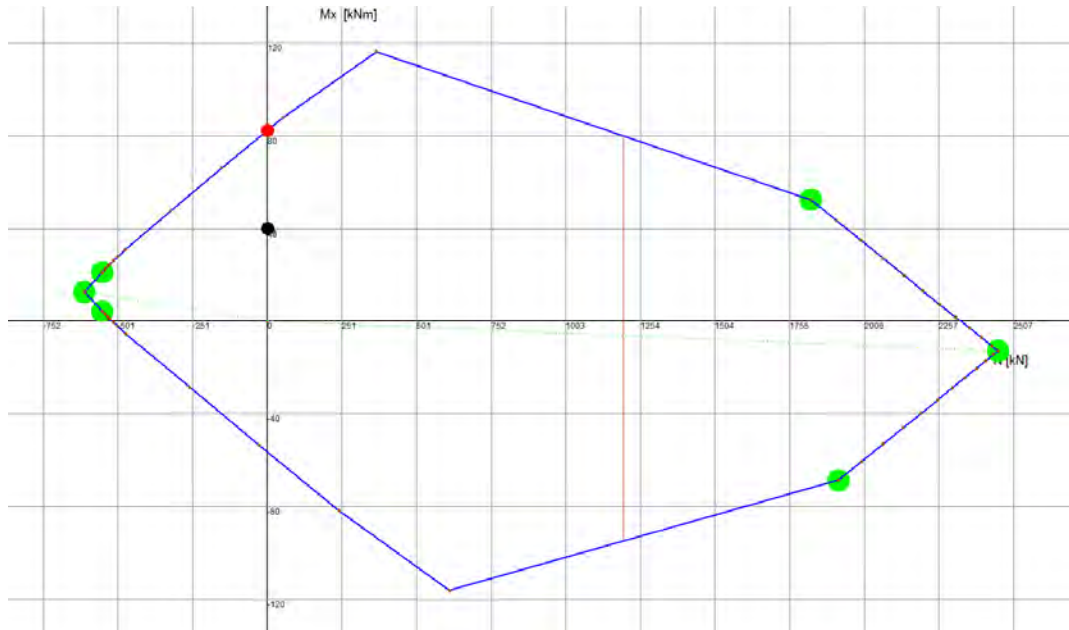
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	40.0 cm	
Altezza:	29.0 cm	
Barre inferiori	:	3Ø20 (9.4 cm ²)
Barre superiori	:	2Ø20 (6.3 cm ²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre)	4.0 cm	
Copriferro barre sup.(dal baric. barre)	4.0 cm	

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	4027	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X, Y, 0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione) = 9.4 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione) = 6.3 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	4027	-8	8234	2.045	23.8	0.21	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X, Y, 0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X, Y, 0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00486	29.0	0.00081	25.0	-0.01331	4.0

Il momento massimo negativo all'appoggio è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = -8554 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

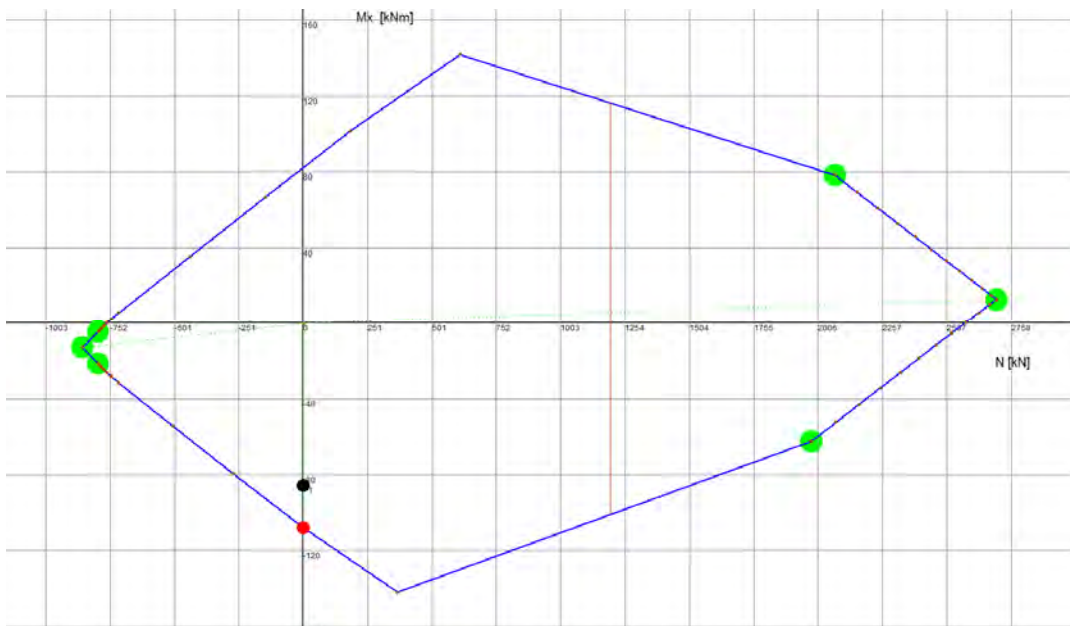
Base: 40.0 cm
 Altezza: 29.0 cm
 Barre inferiori : 3Ø20 (9.4 cm²)
 Barre superiori : 4Ø20 (12.6 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-8554	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 9.4 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 12.6 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-8554	-23	-10800	1.263	5.7	0.23	0.73

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00411	0.0	0.00105	4.0	-0.01180	25.0

Il valore massimo dello sforzo di taglio è risultato:

$$T_{\max} = 7793 \text{ daN}$$

La verifica a taglio offre i seguenti risultati:

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 6.3 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 20.1 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 6.0 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	7793	6768	24611	44255	40.0	21.80	1.000	3.5

Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 0.60 \times 28 = 16.8 \text{ N/mm}^2 \quad \text{per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{per combinazione quasi permanente.}$$

Per l'acciaio la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

Nel caso in esame le sollecitazioni massime sono risultate:

Combinazioni Rare $M_{\max, \text{pos.}} = 1413 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{pos.}} = 1394 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm ²])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	27.3	29.0	0.0	29.0	-691	25.0	18.0	394	9.4	16.0

Combinazioni Rare $M_{\max, \text{neg.}} = -3158 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{neg.}} = -3067 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²]
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	51.8	0.0	0.0	0.0	-1170	4.0	18.0	381	12.6	10.7

Si deve, inoltre, verificare che il valore di calcolo di apertura delle fessure (wd) non superi i valori nominali w1, w2, w3 secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

dove:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1,7 \text{ wm}$$

dove wm, rappresenta l'ampiezza media delle fessure; si è fatto riferimento al gruppo di esigenze a): **condizioni ambientali normali**.

Nel caso in esame le sollecitazioni massime sono risultate:

Combinazioni Frequenti $M_{\max, \text{pos.}} = 1403 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{pos.}} = 1394 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	27.1	29.0	0.0	29.0	-686	25.0	9.9	394	9.4	16.0	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	19.5	-18.5	-5.6	0.163	0.5	0.000137	147	0.034

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	26.9	29.0	0.0	29.0	-682	25.0	9.9	394	9.4	16.0	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	19.3	-18.4	-5.6	0.163	0.5	0.000136	147	0.034

Combinazioni Frequenti $M_{\max, \text{neg.}} = -3111 \text{ daNm}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{neg.}} = -3067 \text{ daNm}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	51.0	0.0	0.0	0.0	-1153	4.0	9.5	381	12.6	10.7	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	39.3	-37.5	-12.3	0.166	0.5	0.000420	122	0.087

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	50.3	0.0	0.0	0.0	-1137	4.0	9.5	381	12.6	10.7	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	38.7	-37.0	-12.1	0.166	0.5	0.000410	122	0.085

14. TRAVI SOLAIO PIANO PRIMO: T16 - T17 - T18 - T19 - T20

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

Il momento massimo positivo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{pos.}} = 3749 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

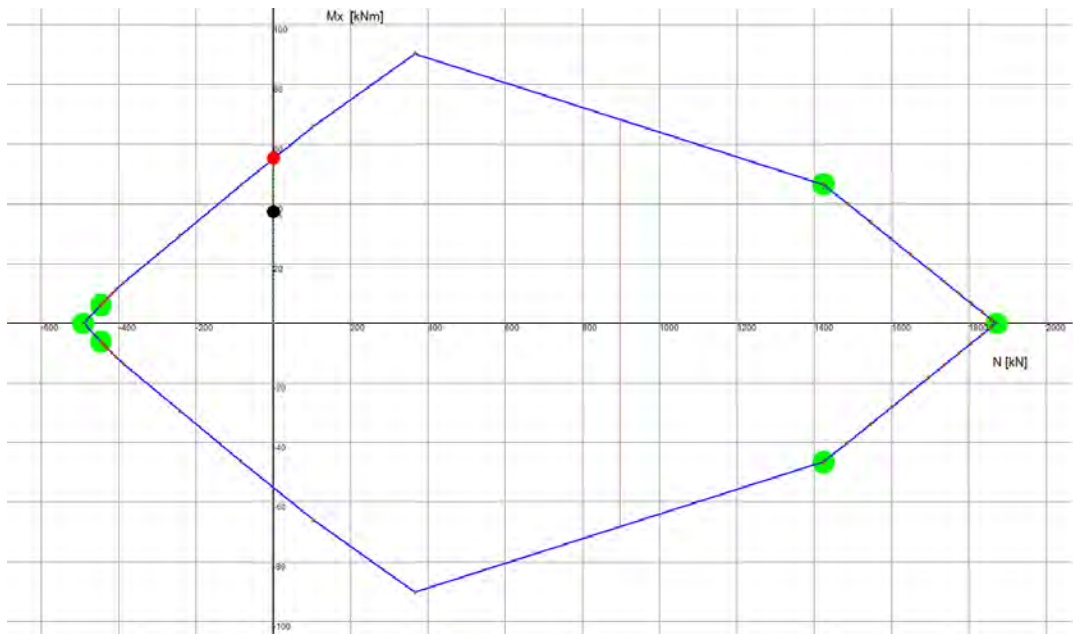
Base: 30.0 cm
 Altezza: 29.0 cm
 Barre inferiori : 2Ø20 (6.3 cm²)
 Barre superiori : 2Ø20 (6.3 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	3749	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 6.3 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 6.3 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	3749	28	5536	1.477	24.3	0.19	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00576	29.0	0.00052	25.0	-0.01512	4.0

Il momento massimo negativo all'appoggio è risultato:

$$M_{\max, \text{neg.}} = -5218 \text{ daNm}$$

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

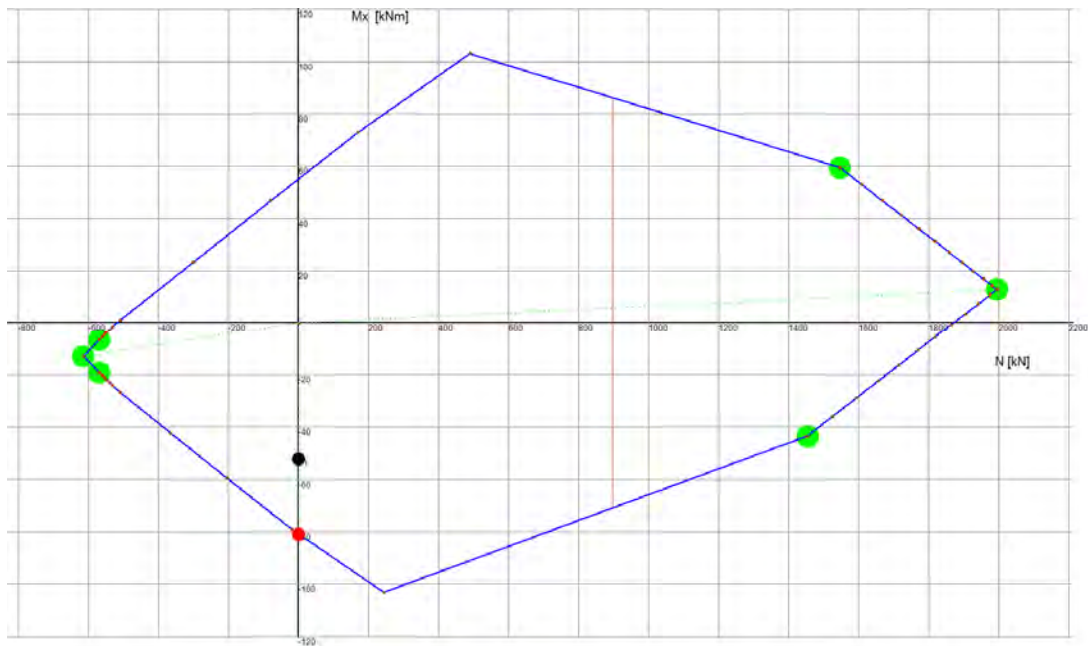
Base: 30.0 cm
 Altezza: 29.0 cm
 Barre inferiori : 2Ø20 (6.3 cm²)
 Barre superiori : 3Ø20 (9.4 cm²)
 Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 4.0 cm
 Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 4.0 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-5218	10	0

Il dominio di resistenza della sezione risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
 Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 6.3 cm²
 Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 9.4 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-5218	11	-8096	1.552	5.9	0.24	0.73

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00387	0.0	0.00113	4.0	-0.01133	25.0

Il valore massimo dello sforzo di taglio è risultato:

$$T_{\max} = 2194 \text{ daN}$$

La verifica a taglio offre i seguenti risultati:

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 6.3 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 20.1 cm²/m [Area Staffe Minima normativa = 4.5 cm²/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Afst Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	2194	4881	18459	44255	30.0	21.80	1.000	1.0

15. PILASTRI SEZIONE 25x25 cm

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni sui pilastri sono riportati nelle seguenti tabelle:

Sforzo assiale massimo e minimo P

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm
285	0	COMB1	Combination	-63840.9	92.71	258.84	-67.34	106911.21	9852.85	285-1	0
324	40	COMB3	Combination	-18933.88	15.13	-333.27	6996	-65993.19	-3858.88	324-1	40

Momento flettente massimo e minimo M3

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm
465	0	COMB4	Combination	-62243.78	-696.34	-253.63	1143.19	-102602.88	-133488.67	465-1	0
374	40	COMB4	Combination	-61615.43	-696.02	266.01	-1518.59	-524.71	145043.71	374-1	40

Momento flettente massimo e minimo M2

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm
434	40	COMB5	Combination	-62209.95	48.24	2824.16	-549.44	-632375.43	-13002.18	434-1	40
305	0	COMB5	Combination	-58422.12	9.41	3135.1	9608.02	701471.26	1712.42	305-1	0

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 25.0 cm
 Altezza: 25.0 cm
 N. totale barre : 8
 Diametro barre : 20 mm
 Copriferro (dal baric. barre) : 4.0 cm
 Coordinate Barre nei vertici :

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-8.5	-8.5
2	-8.5	8.5
3	8.5	8.5
4	8.5	-8.5

Generazioni di barre lungo i lati:

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale (di vertice)cui si riferisce la generazione
 N.Barra Fin. Numero della barra finale (vertice)cui si riferisce la generazione
 N.Barre Numero di barre generate equidist. comprese tra la barra iniz. e la fin.

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre
1	1	4	1
2	2	3	1
3	1	2	1
4	4	3	1

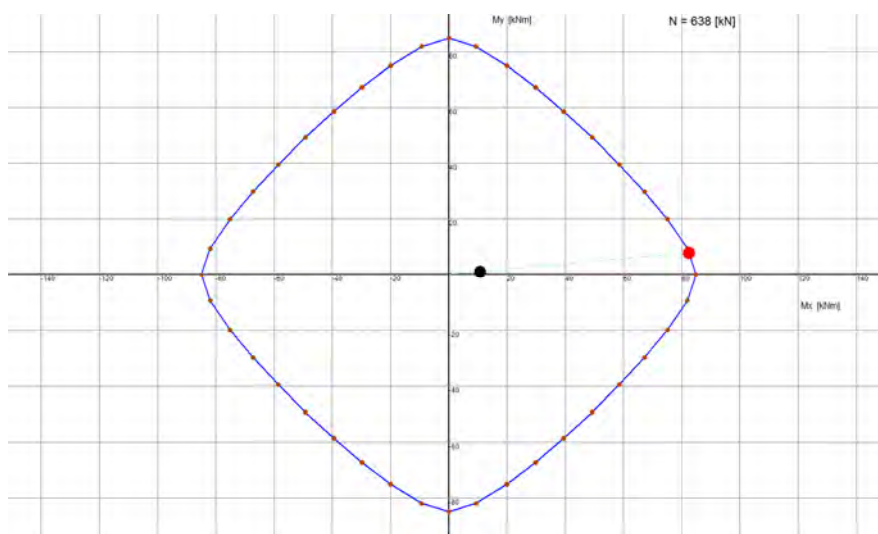
ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione
 Vy Componente del Taglio [daN] nella direzione dell'asse princip. y della sezione
 Vx Componente del Taglio [daN] nella direzione dell'asse princip. x della sezione

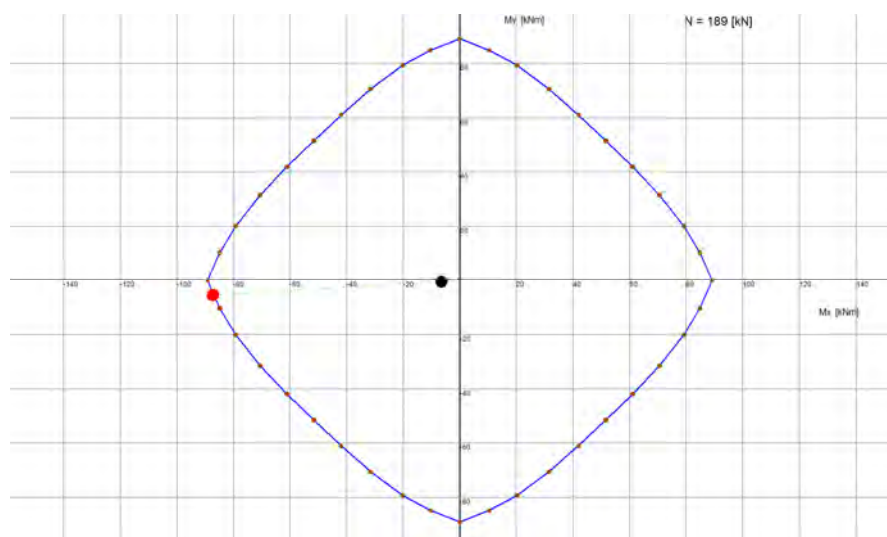
N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	63841	1069	-99	10	0
2	18934	-650	39	10	0
3	62424	-1026	1335	10	0
4	61615	-5	-1451	10	0
5	62209	-6324	130	10	0
6	58422	7015	-17	10	0

I domini di resistenza della sezione per le varie combinazioni di sollecitazione risultano:

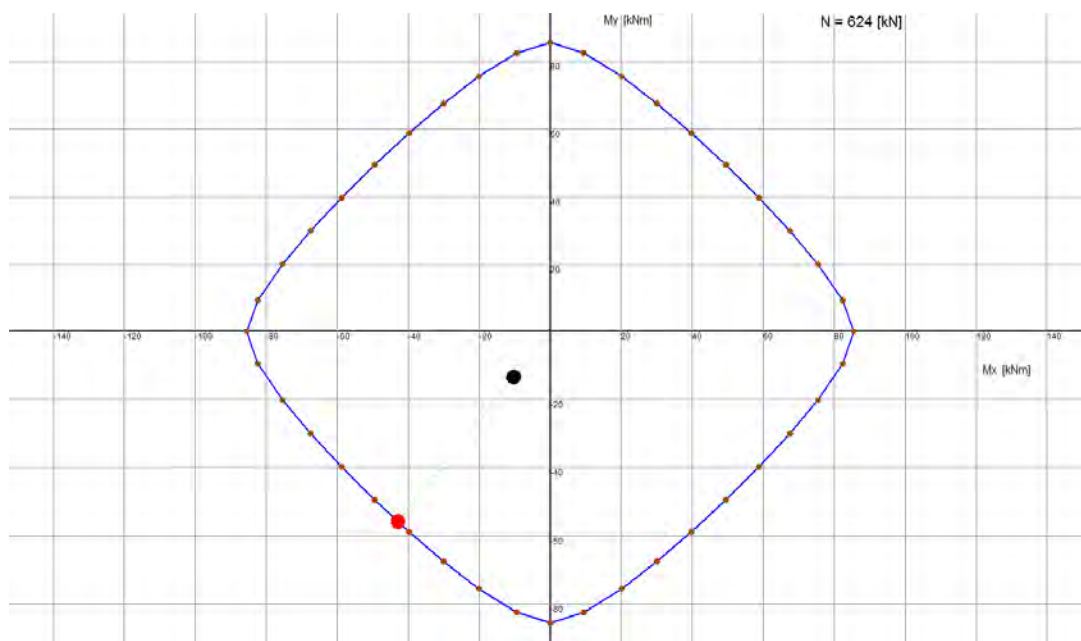
Combinazione 1



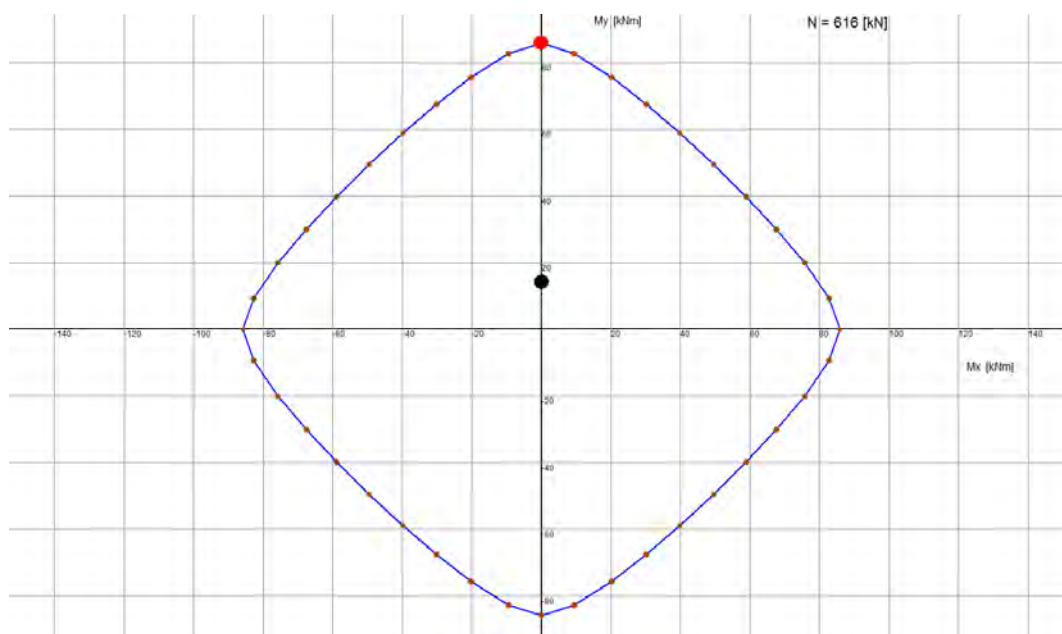
Combinazione 2



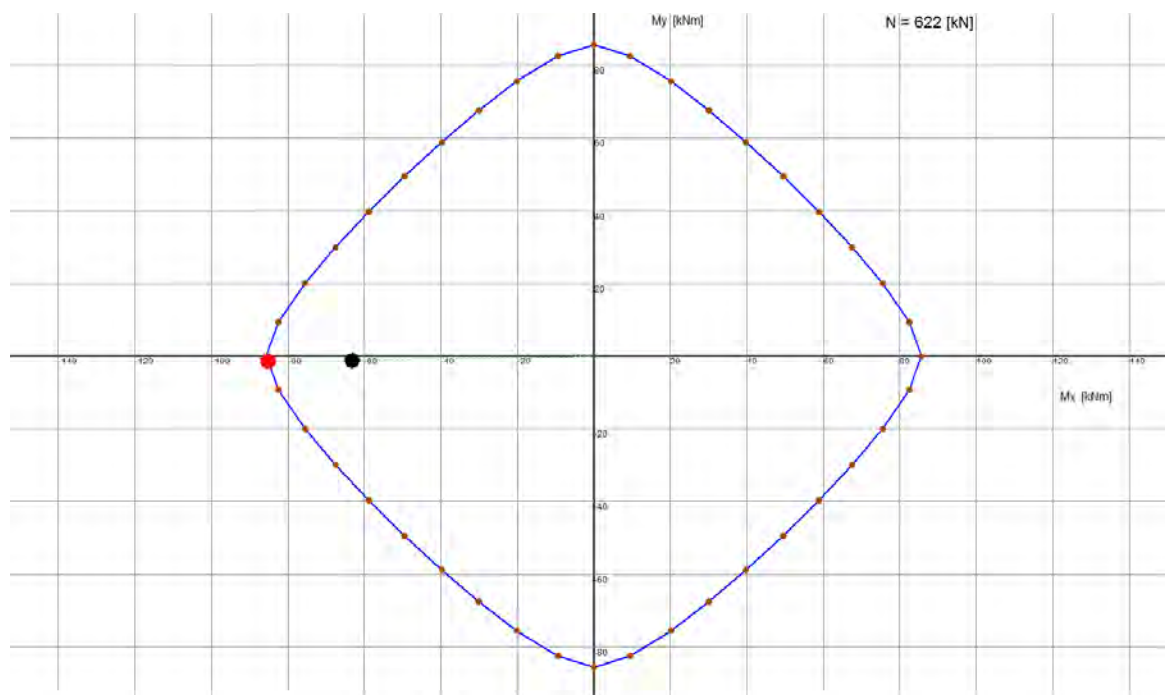
Combinazione 3



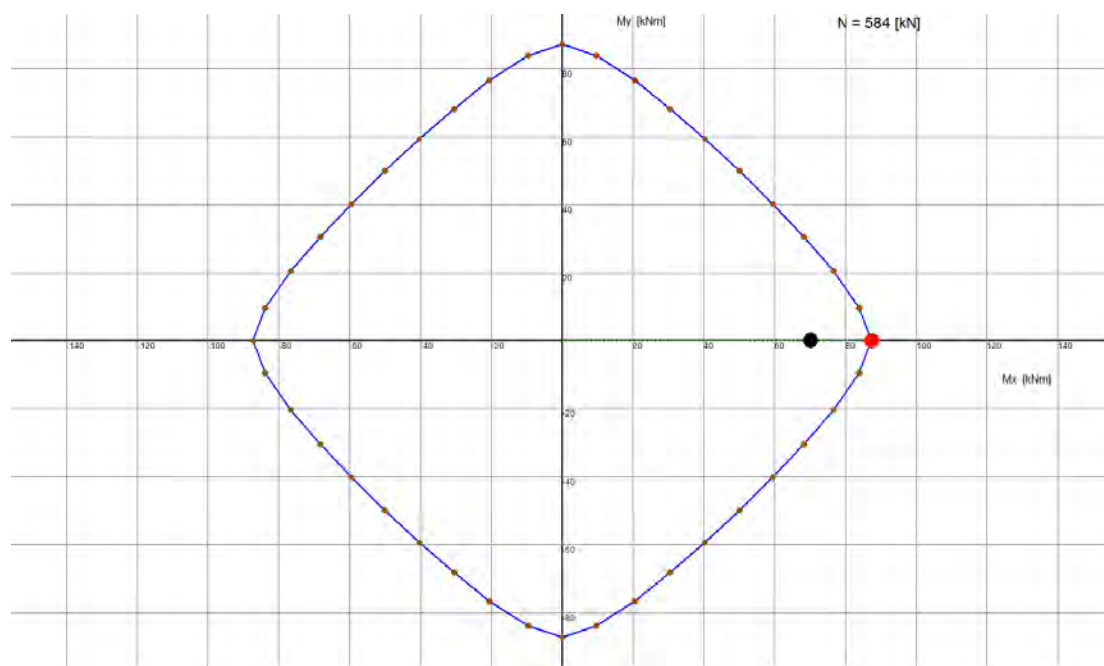
Combinazione 4



Combinazione 5



Combinazione 6



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	63841	1069	99	63831	8245	786	7.715
2	S	18934	-650	-39	18935	-8720	-545	13.417
3	S	62424	-1026	-1335	62444	-4289	-5581	4.180
4	S	61615	-5	1451	61615	-15	8606	5.931
5	S	62209	-6324	-130	62192	-8521	-149	1.347
6	S	58422	7015	17	58429	8740	11	1.246

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	0.00091	12.5	12.5	0.00253	8.5	8.5	-0.00158	-8.5	-8.5
2	0.00350	-0.00020	-12.5	-12.5	0.00212	-8.5	-8.5	-0.00375	8.5	8.5
3	0.00350	0.00088	-12.5	-12.5	0.00252	-8.5	-8.5	-0.00163	8.5	8.5
4	0.00350	0.00093	12.5	-12.5	0.00254	8.5	-8.5	-0.00153	-8.5	8.5
5	0.00350	0.00094	-12.5	-12.5	0.00254	-8.5	-8.5	-0.00153	8.5	8.5
6	0.00350	0.00089	12.5	12.5	0.00253	8.5	8.5	-0.00162	-8.5	-8.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000028253	0.000213422	0.000479058		
2	-0.000025478	-0.000319554	-0.000812902		
3	-0.000135122	-0.000109224	0.000445677		
4	0.000238677	-0.000000822	0.000506257		
5	-0.000004820	-0.000234481	0.000508729		
6	0.000000589	0.000243064	0.000454331		

16. PILASTRI SEZIONE 40x25 cm

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

I valori massimi e minimi delle sollecitazioni sui pilastri sono riportati nelle seguenti tabelle:

Sforzo assiale massimo e minimo P

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm
545		0 COMB5	Combination	-36732.37	1004.63	2012.77	-38110.72	432255.78	91671.53	545-1	0
584		40 COMB3	Combination	-3564.91	-498.81	1641.52	-3606	-371754.09	123645.82	584-1	40

Momento flettente massimo e minimo M3

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm
524		40 COMB5	Combination	-11762.48	2851.45	351.98	14948.53	-217785.22	-588302.29	524-1	40
544		40 COMB4	Combination	-12740.63	-2797	250.83	15141.35	-11107.46	609430.57	544-1	40

Momento flettente massimo e minimo M2

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	cm	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-cm	Kgf-cm	Kgf-cm	Text	cm
594		40 COMB5	Combination	-17166.64	253.52	2955.99	17416.76	-500166.66	-88652.2	594-1	40
505		0 COMB5	Combination	-30545.08	1220.46	2834.08	-55113.08	743397.33	145863.16	505-1	0

Le caratteristiche geometriche ed i quantitativi d'armatura presenti risultano:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 25.0 cm
Altezza: 40.0 cm

N. totale barre : 8
Diametro barre : 20 mm
Copri ferro (dal baric. barre) : 4.0 cm
Coordinate Barre nei vertici :

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-8.5	-16.0
2	-8.5	16.0
3	8.5	16.0
4	8.5	-16.0

Generazioni di barre lungo i lati:

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale (di vertice)cui si rigerisce la generazione
N.Barra Fin. Numero della barra finale (vertice)cui si rigerisce la generazione
N.Barre Numero di barre generate equidist. comprese tra la barra iniz. e la fin.

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre
1	1	4	1
2	2	3	1
3	1	2	1
4	4	3	1

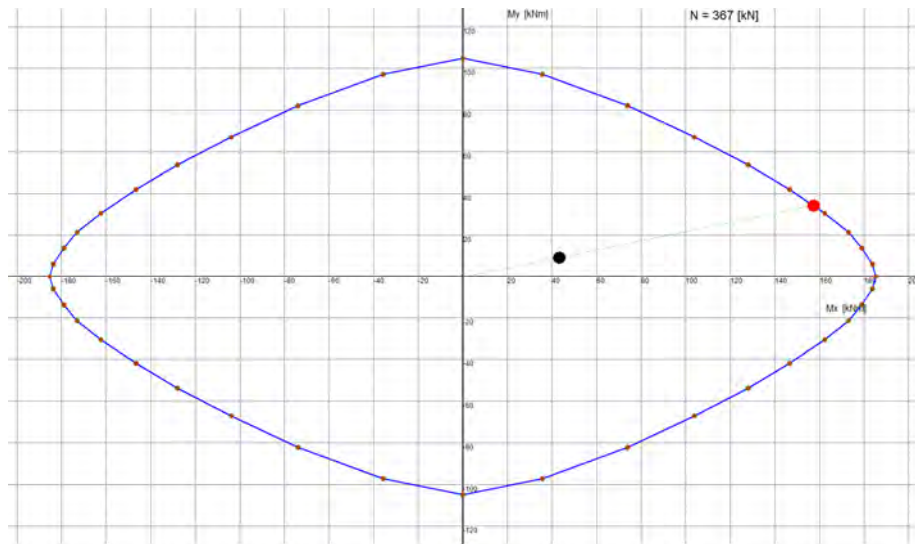
ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione
Vy Componente del Taglio [daN] nella direzione dell'asse princip. y della sezione
Vx Componente del Taglio [daN] nella direzione dell'asse princip. x della sezione

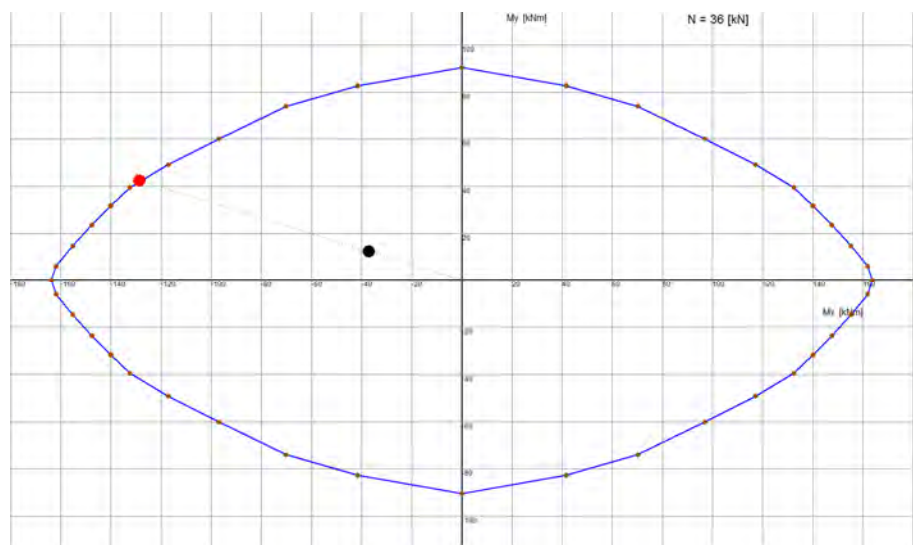
N. Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	36732	4323	-917	10	0
2	3564	-3718	-1237	10	0
3	11762	-2178	5883	10	0
4	12740	-111	-6094	10	0
5	17167	-5002	886	10	0
6	30545	7434	-1459	10	0

I domini di resistenza della sezione per le varie combinazioni di sollecitazione risultano:

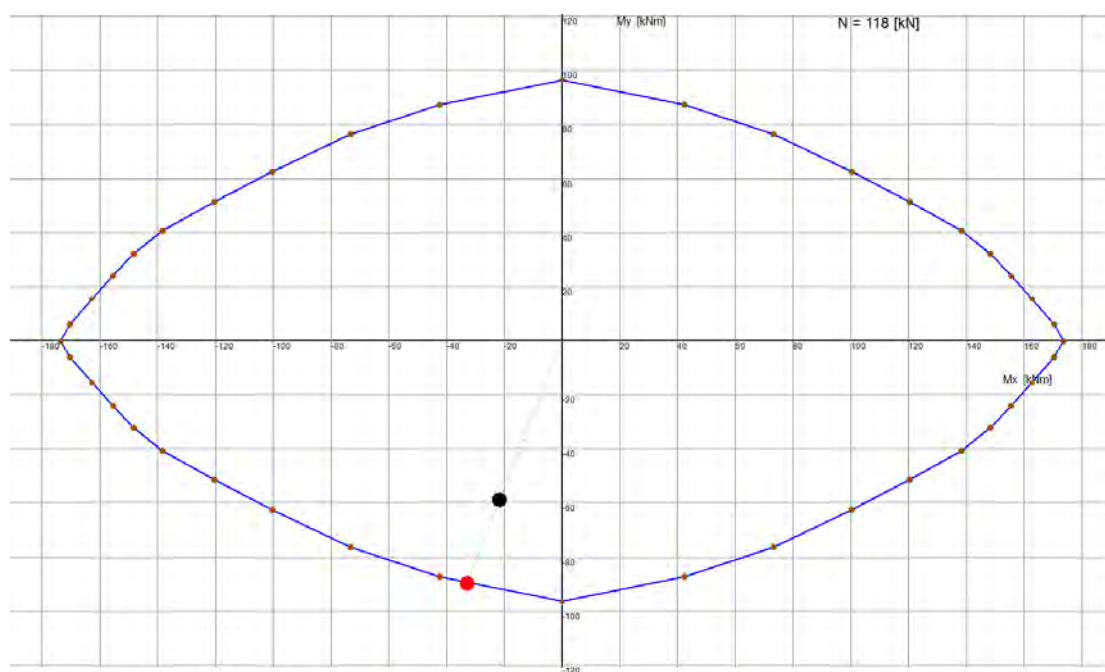
Combinazione 1



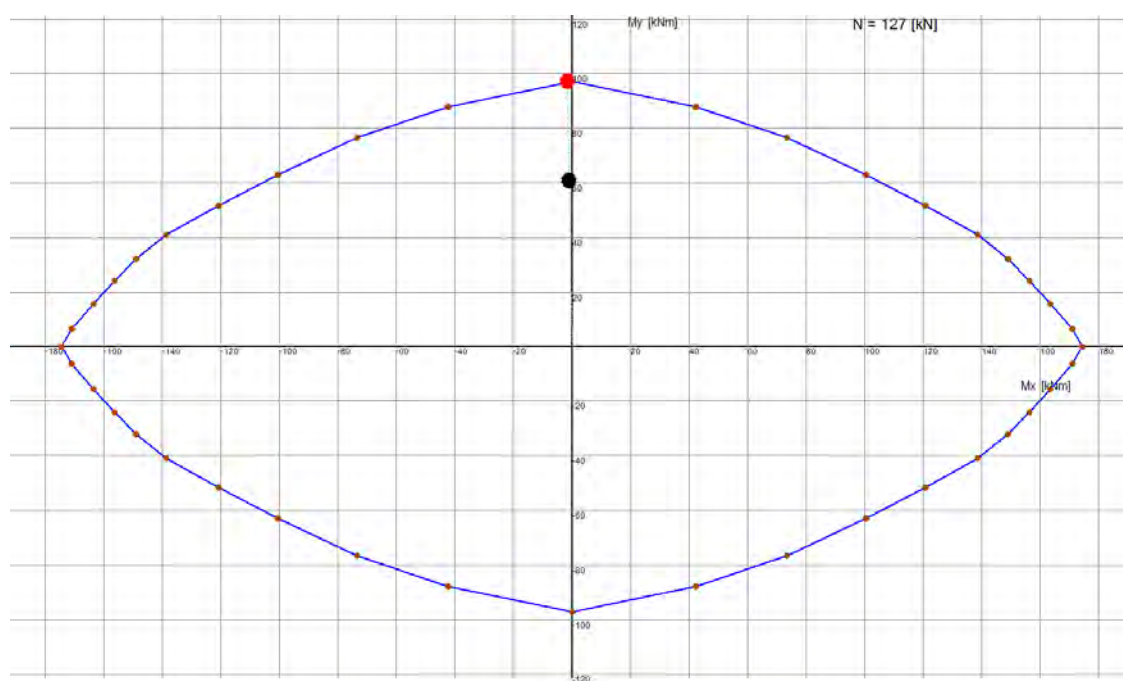
Combinazione 2



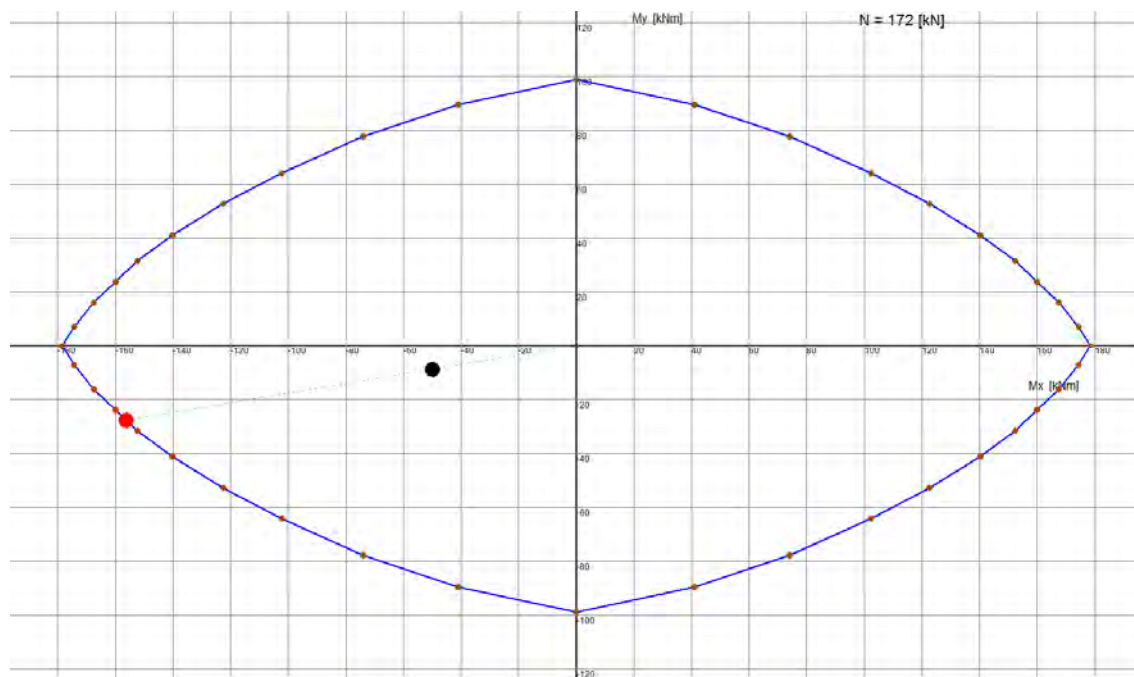
Combinazione 3



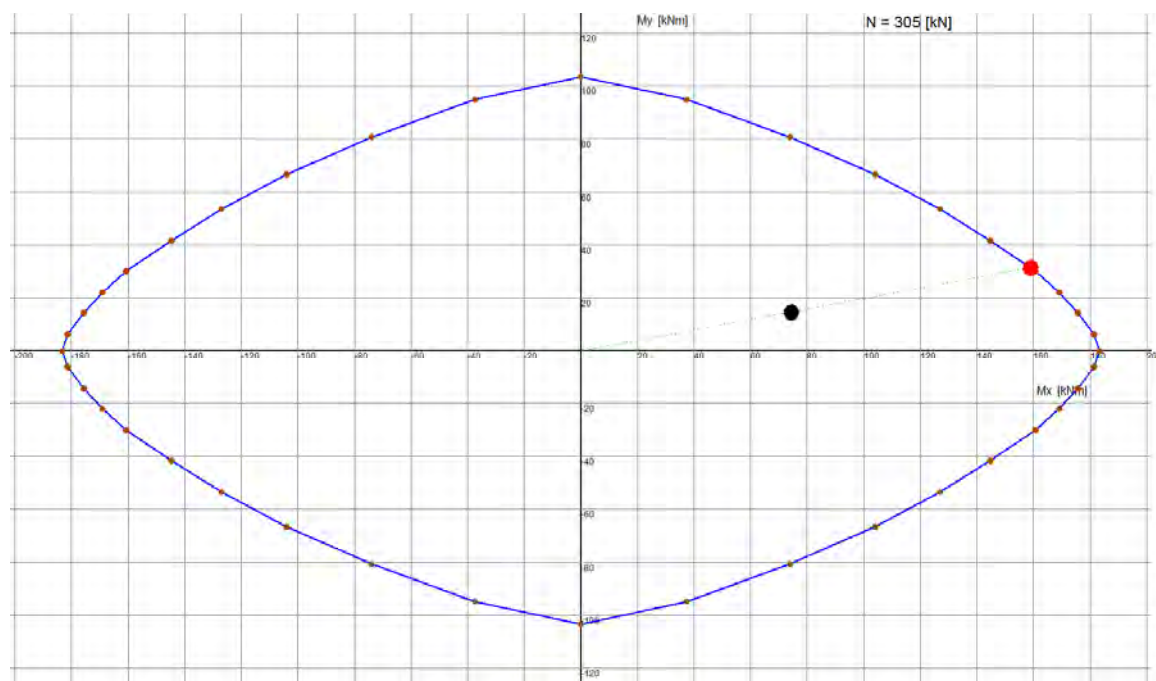
Combinazione 4



Combinazione 5



Combinazione 6



La verifica offre i seguenti risultati:

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	36732	4323	917	36738	15731	3416	3.643
2	S	3564	-3718	1237	3574	-12869	4255	3.459
3	S	11762	-2178	-5883	11765	-3297	-8966	1.523
4	S	12740	-111	6094	12732	-162	9725	1.596
5	S	17167	-5002	-886	17158	-15627	-2776	3.124
6	S	30545	7434	1459	30529	15903	3147	2.140

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	0.00018	12.5	20.0	0.00257	8.5	16.0	-0.00331	-8.5	-16.0
2	0.00350	-0.00039	12.5	-20.0	0.00237	8.5	-16.0	-0.00444	-8.5	16.0
3	0.00350	-0.00070	-12.5	-20.0	0.00202	-8.5	-16.0	-0.00483	8.5	16.0
4	0.00350	-0.00117	12.5	-20.0	0.00176	8.5	-16.0	-0.00567	-8.5	16.0
5	0.00350	-0.00034	-12.5	-20.0	0.00245	-8.5	-16.0	-0.00442	8.5	16.0
6	0.00350	0.00006	12.5	20.0	0.00254	8.5	16.0	-0.00357	-8.5	-16.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

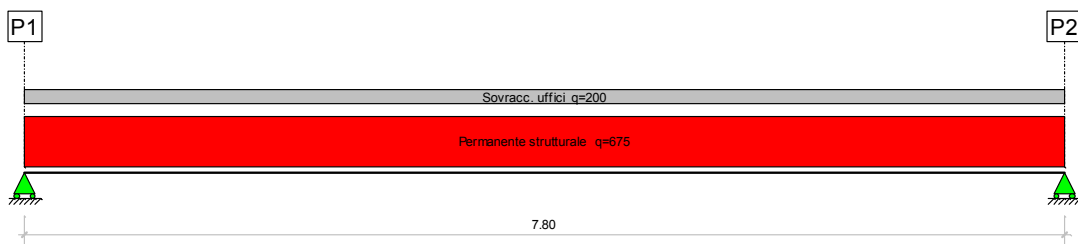
a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000103954	0.000128482	-0.000369064		
2	0.000149367	-0.000133479	-0.001036663		
3	-0.000331510	-0.000037972	-0.001403310		
4	0.000431763	-0.000002830	-0.001953639		
5	-0.000099118	-0.000162257	-0.000984106		
6	0.000102785	0.000136506	-0.000514924		

17. VERIFICA DEL SOLAIO

Verifiche allo Stato Limite Ultimo

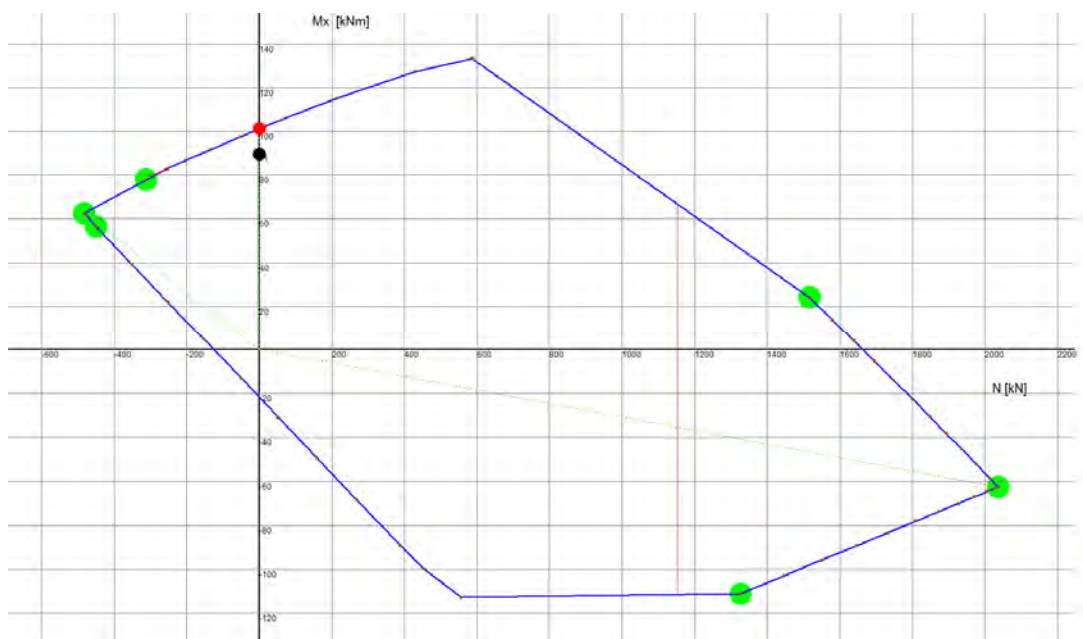
Il solaio di piano è costituito da lastre predalle di spessore pari a 4 cm (aventi la sola funzione di cassero), interposti di alleggerimento in polistirolo da 24 cm di altezza e sovrastante cappa in c.a. da 5 cm per uno spessore complessivo, al grezzo, pari a 33 cm. Per il calcolo si è fatto riferimento ad una striscia di solaio di larghezza pari ad 1.00 metri semplicemente appoggiata agli estremi:



Il momento massimo positivo in campata è risultato:

$$M_{\max, \text{pos.}} = 8955 \text{ daNm/m}$$

L'armatura è disposta al di sopra delle lastre che hanno larghezza pari a 120 cm; si utilizzano 6 ϕ 16 / lasta corrispondenti a 10 cm²/m. Considerando una rete di ripartizione (in cappa) avente diametro di 6 mm e maglia 15x15 cm, il dominio di resistenza della sezione allo SLU risulta:



La verifica offre i seguenti risultati:

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro	Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 10.1 cm ² Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 2.3 cm ²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	8955	25	10118	1.130	26.0	0.11	0.70

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.01082	29.0	0.00004	26.0	-0.02761	2.0

Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} = 0.60 \times 28 = 16.8 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \times 28 = 12.6 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione quasi permanente.}$$

Per l'acciaio la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.8 \times 450 = 360 \text{ N/mm}^2$$

Nel caso in esame le sollecitazioni massime sono risultate:

Combinazioni Rare $M_{\max, \text{pos.}} = 6654 \text{ daNm/m}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{pos.}} = 5590 \text{ daNm/m}$

La verifica offre i seguenti risultati:

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [(daN/cm²)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	72.5	29.0	0.0	29.0	-2676	26.0	13.2	212	10.1	4.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	60.9	29.0	0.0	29.0	-2248	26.0	10.6	212	10.1	4.0

Si deve, inoltre, verificare che il valore di calcolo di apertura delle fessure (wd) non superi i valori nominali w1, w2, w3 secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

dove:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1,7 \text{ mm}$$

dove w_m, rappresenta l'ampiezza media delle fessure; si è fatto riferimento al gruppo di esigenze a): **condizioni ambientali normali**.

Nel caso in esame le sollecitazioni massime sono risultate:

Combinazioni Frequenti $M_{\max, \text{pos.}} = 5894 \text{ daNm/m}$

Combinazioni Quasi Permanenti $M_{\max, \text{pos.}} = 5590 \text{ daNm/m}$

La verifica offre i seguenti risultati:

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 ScImin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²]
 Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²]
 K3 Coeff. di normativa = 0,25 (ScImin + ScEff)/(2 ScImin)
 Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
 Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
 Srm Distanza media in mm tra le fessure
 Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	58.4	-86.8	-33.7	0.174	0.5	0.001125	55	0.106

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	55.4	-82.3	-32.0	0.174	0.5	0.001061	55	0.100

18. CONCLUSIONI

Come si evince dalle calcolazioni svolte tutti gli elementi strutturali costituenti l'opera sono stati opportunamente dimensionati; i risultati di calcolo ottenuti sono accettabili e tutte le verifiche di resistenza e deformazione soddisfano i criteri di sicurezza richiesti dalla normativa vigente e dal metodo di calcolo adottato.
