

REGIONE DELL'UMBRIA
Provincia di Terni
COMUNE DI TERNI



Lavori di adeguamento sismico dell' edificio scolastico
MATERNA "R.Donatelli" di Terni,
sito in Terni, Via Vodice n.23.
Individuazione catastale N.C.E.U. del Comune di Terni
Foglio n.126 particella n.385.
PROGETTO ESECUTIVO



Progettisti :
Dott. Ing. Silvia Capaldi
Dott. Ing. Arch. Massimo Mariani
Dott. Ing. Nicola Pero Nullo

Collaboratori:
Geom. Luca Ranocchia

oggetto

RELAZIONE TECNICA
RELAZIONE DI CALCOLO

Committente :
COMUNE DI TERNI

data

Responsabile del Procedimento :
Geom. Stefano Fredduzzi

AGOSTO 2016

I Progettisti

Indice:

NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
1. PREMESSA	4
2. INTERVENTO DI RINFORZO STRUTTURALE	4
3. MODELLAZIONE.....	7
3.1 Materiali impiegati e resistenze di calcolo.....	8
4. ANALISI DEI CARICHI	10
5. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	11
5.1 Verifica delle Travi in C.A.	11
5.1.1 Solaio a quota + 1.74 m.....	11
5.1.1.1 Travi N°1-2-3 e N°10-11	11
5.1.1.3 Trave N° 1-5.....	44
5.1.1.4 Trave N° 5-11.....	59
5.1.1.5 Trave N° 3-7	75
5.1.1.6 Trave N° 7-9.....	90
5.1.1.7 Trave N° 6-8-11.....	95
5.1.2 Solaio a quota + 5.14 m.....	100
5.1.2.1 Trave N° 1-2-3 e N° 10-11-12.....	100
5.1.2.2 Trave N° 5-6-7.....	117
5.1.2.3 Travi N° 2-6 e N° 3-7	132
5.1.2.4 Travi N° 6-8-11.....	147
5.1.2.5 Travi N° 1-5.....	154
5.1.2.6 Trave N° 5-10.....	169
5.1.2.7 Trave N° 7-9.....	184
5.1.3 Solaio a quota + 8.59 m.....	187
5.1.3.1 Trave N° 1-2-3 e N° 10-11-12.....	187
5.1.3.2 Trave N° 1-5-10.....	200
5.1.3.3 Trave N° 3-7-12.....	214
5.1.3.4 Trave N° 5-6-7.....	227

5.1.3.5 Trave N° 9-12 (quota +3.50).....	240
5.1.4 Copertura (Trave N° 5-6-7).....	243
5.2 Verifica dei Pilastrini in C.A.....	255
5.2.1 Pilastrini N° 1 – 3 – 10 – 12	255
5.2.2 Pilastrini N° 2 – 11	258
5.2.3 Pilastrini N° 5 – 7	267
5.2.4 Pilastrino N° 6	279
5.2.4 Pilastrini N° 8 – 9	291
ALLEGATI	
1. Analisi del carico vento.....	296
2. Analisi del carico neve.....	297

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 14.01.2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*";
- "*Nuova Circolare delle Norme Tecniche per le Costruzioni*": Circolare 2 febbraio 2009 n° 617 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

1. PREMESSA

La presente progettazione riguarda l'adeguamento strutturale dell'edificio di cui si tratta, nel rispetto delle NTC 2008 e successive normative d'esplicazione.

L'edificio è composto da una struttura portante con telaio in cemento armato, formato da pilastri e travi. I solai piani e le coperture sono in latero-cemento. Le fondazioni sono di tipo diretto sul terreno, costituite da plinti, anch'essi in cemento armato.

2. INTERVENTO DI RINFORZO STRUTTURALE

L'intervento di rinforzo strutturale dell'edificio, ritenuto inefficace a seguito della "Verifica di Valutazione Sismica" eseguita in data Agosto 2013, dall'Ing. Alberto Custodi di Terni, sarà ottenuto attraverso elementi di cemento armato aggiunti alle strutture esistenti.

Tutti i telai saranno rinforzati con ringrossi, intelaiati, posti a contatto ed intimamente collegati con gli elementi strutturali.

Gli elementi di rinforzo saranno gettati a contatto con i pilastri esistenti, una volta rimossi gli intonaci, lavate e spazzolate approfonditamente le superfici.

I rinforzi progettati avranno lo spessore uguale a quello dell'elemento strutturale al quale saranno abbinati ed un'altezza variabile da 20 a 30 cm.

Questa tipologia di intervento consentirà di evitare la demolizione e la ricostruzione dei pavimenti e di tutti gli impianti ad essi sottostanti.

I rinforzi saranno resi solidali e totalmente collaboranti con le strutture, cui saranno destinati, per mezzo di perforazioni del diametro di 20 mm armate con barre del diametro di 18 mm di acciaio filettato tipo 8,8, saturate con resine epossidiche bicomponenti, o con similari resine a componente cementizia.

L'esecuzione dei suddetti fori nelle strutture da rinforzare dovrà essere eseguita con cautela e senza causare alcuna alterazione dello stato attuale dei calcestruzzi componenti.

Quindi l'esecuzione delle perforazioni armate testè rappresentate dovrà rispettare un appropriato programma di perforazioni che prevederà un'alternanza delle stesse di almeno due fori contigui ed una conseguente saturazione e sigillatura delle barre, all'interno degli stessi, così da non debilitare in alcun modo, le strutture portanti a causa di una perforazione incondizionata.

L'impianto fondale esistente sarà mantenuto totalmente integro e non sarà alterato da scuotimenti.

Le sollecitazioni sismiche sugli elementi strutturali che saranno definite dalle modellazioni sugli aspetti dinamici e i carichi derivanti da pesi dei rinforzi in cemento armato saranno tutti portati da un sistema fondale composto da una soletta in cemento armato, estesa su tutta la superficie del piano interrato, e sui sottostanti pali di piccolo diametro ottenuti con perforazioni Φ 180-200 mm.

La soletta, che sarà resa solidale ai pilastri, anche in questo caso per mezzo di perforazioni armate, avrà anche il compito di collegare i plinti, attualmente mancanti di cordoli di collegamento.

La soletta in cemento armato sarà armata con tessitura a due livelli.

Alla luce di quanto detto, l'intervento di adeguamento strutturale dell'edificio interesserà, per la parte funzionale, solamente tramezzi, pavimenti, e gli impianti del piano seminterrato che subiranno la demolizione e la successiva ricostruzione.

I nodi tra i pilastri e le travi saranno rinforzati con profilati piatti di acciaio tipo S275 aventi spessore di mm 6, che avvolgeranno la trave all'intradosso e sulle pareti laterali.

Tale avvolgimento sarà reso solidale ai ringrossi in cemento armato dei pilastri, con i quali collaborerà omogeneamente attraverso perni passanti.

La continuità verticale tra i piani dei telai di rinforzo delle strutture esistenti si concretizzerà attraverso perforazioni all'interno del nodo strutturale esistente, anch'esse armate con barre di acciaio tipo B450C.

Lo spazio che si creerà tra i profilati piatti avvolgenti i nodi strutturali esistenti, le travi e i pilastri ai quali saranno resi solidali, sarà saturato, previo lavaggio e spazzolatura delle superfici esistenti con idonee sostanze fluide a base cementizia.

Per ottenere ciò i contorni dei rinforzi di acciaio dovranno essere adeguatamente sigillati.

L'immissione delle sostanze saturanti dovrà avvenire dall'alto e in più punti al fine di garantire la saturazione necessaria.

Tutte le tamponature le cui dimensioni attualmente non rispettano la normativa vigente dovranno essere rinforzate con fasce di acciaio profilato dello spessore di mm 5 e con lunghezza pari a mm 150.

Le fasce di acciaio saranno rese solidali alle tamponature per mezzo di fori di $\Phi 10$ armati con barre $\Phi 8$ mm riempiti con adeguate miscele cementizie.

Ogni rimozione dei tramezzi esistenti dovrà essere preceduta da una sicura opera di puntellamento degli orizzontamenti sovrastanti così da anticipare qualsiasi rilassamento dovesse verificarsi a causa della intervenuta mancanza di supporto che i tramezzi nel tempo avessero acquistato nei confronti della struttura portante intelaiata.

Come già detto, tutte le perforazioni sugli elementi del sistema dovranno essere effettuate con cautela e senza produrre scuotimenti alcuni.

La struttura non dovrà in nessun modo subire alterazioni dell'attuale proprio stato. Per ottenere ciò si dovrà ricorrere a sostegni pre-sollecitati manualmente verso l'alto così da

produrre l'immediato supporto dei rinforzi strutturali, susseguente alla rimozione delle suddette puntellature.

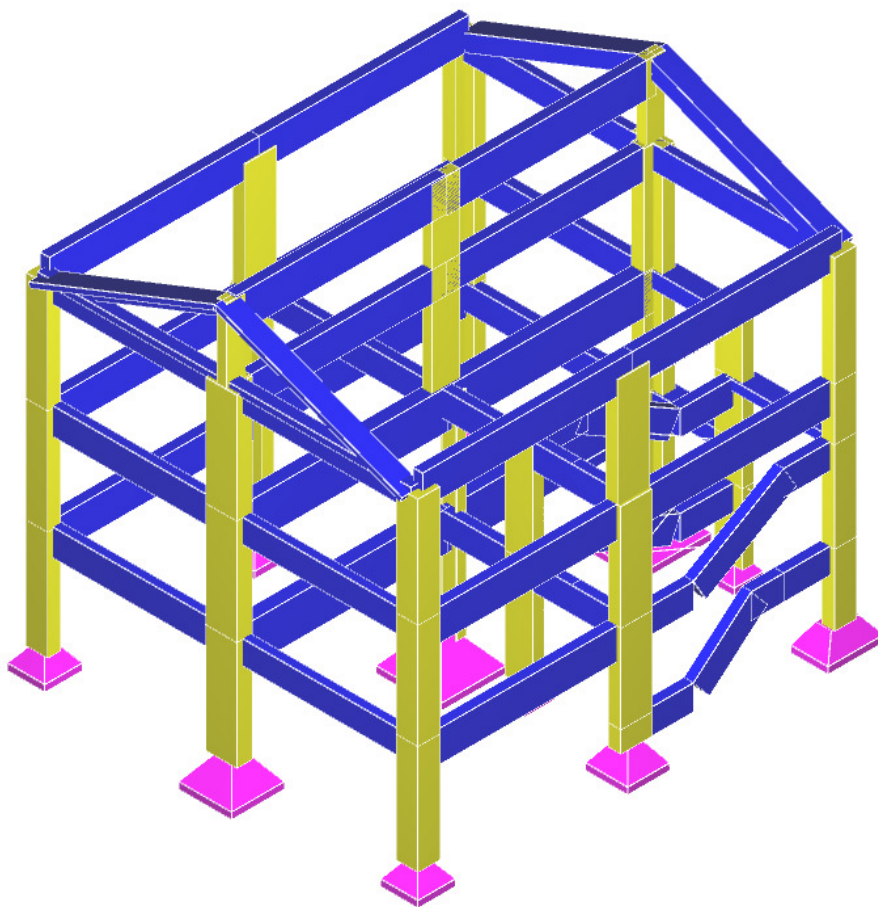
In questo modo i rinforzi potranno apportare un immediato contributo reattivo alle sollecitazioni sulle strutture esistenti.

3. MODELLAZIONE

Le strutture sono state modellate utilizzando il programma WINSTRAND-ENEXSYS della En.Ex.Sys S.r.l. di Casalecchio di Reno (BO).

Il modello di calcolo è stato studiato secondo le norme NTC2008, sottoposto alla azione sismica prevista per il sito e alle combinazioni di carico determinate in base alla normativa stessa, mediante analisi dinamica lineare con fattore di struttura q .

I risultati ottenuti sono riportati nei tabulati di calcolo allegati.



3.1 Materiali impiegati e resistenze di calcolo

Tutte le modellazioni di calcolo delle strutture rinforzate sono state verificate con parametri omogenei relativi alle strutture esistenti.

Tali valori sono stati inoltre ridotti attraverso l'utilizzo del FATTORE DI CONFIDENZA ($FC2=1.20$) come previsto dalla normativa vigente in quanto, a seguito delle indagini eseguite dall'Ing. Alberto Custodi di Terni preliminari al presente progetto, il complesso scolastico è stato considerato come costruzione esistente con livello di conoscenza LC2.

Acciaio

Le caratteristiche meccaniche delle nuove armature sono state tutte declassate a quelle delle strutture esistenti.

Pertanto invece di considerare barre ad aderenza migliorata di tipo B450C ($f_{ck}= 4500 \text{ Kgcm}^{-2}$) sono state utilizzate barre lisce con una resistenza caratteristica pari a $f_{ck}= 3100 \text{ Kgcm}^{-2}$, derivata dalle prove sui materiali effettuate dalla S.G.M. S.r.l. in data Aprile 2013 per conto dell'Ing. Alberto Custodi.

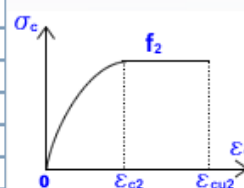
Calcestruzzo

Quanto detto riguardo al declassamento per l'acciaio vale per il calcestruzzo: da tipo C25/30 è stato considerato nella modellazione come un conglomerato con resistenza caratteristica a compressione pari 200 Kgcm^{-2} . Anche in questo caso i valori delle caratteristiche meccaniche sono state ricavate dall'indagini sui materiali.

Classe di resistenza del cls:	<input type="text" value=""/>
f_{ck} - Resistenza caratteristica cubica cls (Kg/cm ²):	<input type="text" value="200.00"/>
f_{cm} - Resistenza media cubica cls (Kg/cm ²):	<input type="text" value="200.00"/>
γ_c - Coefficiente parziale di sicurezza del cls:	<input type="text" value="1.80"/>
Tipo di acciaio:	<input type="text" value=""/>
γ_s - Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio:	<input type="text" value="1.38"/>
E_c - Modulo di elasticità longitudinale del cls (Kg/cm ²):	<input type="text" value="254558.44"/>
ν - Coefficiente di Poisson del cls:	<input type="text" value="0.1000"/>
P_s - Peso specifico del cemento armato (Kg/m ³):	<input type="text" value="2500.00"/>
α - Coefficiente di dilatazione termica del c.a. (1/C):	<input type="text" value="0.0000120"/>

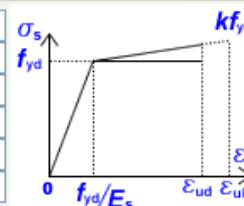
Conglomerato cementizio (cls)

1) f_{ck} - Resistenza caratteristica cilindrica a compressione (Kg/cm ²):	<input type="text" value="166.00"/>
2) f_{cm} - Resistenza media cilindrica compressione Kg/cm ² :	<input type="text" value="246.00"/>
3) f_{cd} - Resistenza di calcolo a compressione (Kg/cm ²):	<input type="text" value="78.39"/>
4) f_{ctk} - Resistenza caratteristica a trazione (Kg/cm ²):	<input type="text" value="13.67"/>
5) f_{ctd} - Resistenza di calcolo a trazione (Kg/cm ²):	<input type="text" value="7.59"/>
6) f_{ctm} - Valore medio resistenza a trazione semplice (Kg/cm ²):	<input type="text" value="19.52"/>
7) f_{ctm} - Valore medio resistenza a trazione per flessione (Kg/cm ²):	<input type="text" value="23.43"/>
8) f_2 - Resistenza massima nel grafico parabola/rettangolo (Kg/cm ²):	<input type="text" value="78.39"/>
9) ϵ_{cu2} - Deformaz. massima per flessione semplice o composta (v.a.):	<input type="text" value="0.00350"/>
9) ϵ_{c2} - Deformaz. massima per compressione semplice (val. ass.):	<input type="text" value="0.00200"/>



Acciaio barre

a) f_{yk} - Tensione caratteristica di snervamento (Kg/cm ²):	<input type="text" value="3100.00"/>
b) f_{yd} - Tensione di calcolo di snervamento (Kg/cm ²):	<input type="text" value="2246.40"/>
c) f_{bd} - Tensione tangenziale di aderenza acciaio/cls (Kg/cm ²):	<input type="text" value="2.51"/>
d) E_s - Modulo di elasticità longitudinale acciaio (Kg/cm ²):	<input type="text" value="2060000.0"/>
e) K - Coefficiente nel grafico tensioni/deformazioni:	<input type="text" value="1.00"/>
f) ϵ_{su} - Deformazione massima dell'armatura tesa (valore assoluto):	<input type="text" value="0.01000"/>



Nelle verifiche delle tensioni SLE

☒ Trascura sempre la resistenza a trazione del cls

Acciaio staffe

g) f_{yks} - Tensione caratteristica di snervamento staffe (Kg/cm ²):	<input type="text" value="3100.00"/>
h) f_{yds} - Tensione di calcolo di snervamento staffe (Kg/cm ²):	<input type="text" value="2246.40"/>
i) Percentuale torsione limite %:	<input type="text" value="20.00"/>

4. ANALISI DEI CARICHI

I carichi strutturali e permanenti sono stati considerati pari a quelli ricavati dall'analisi dei carichi del progetto strutturale originario dell'Ing. Stelvio Ilari, mentre i carichi accidentali sono stati valutati in base alla normativa NTC2008.

4.1 Solaio Aule (Quote +1.74 m e +5.14 m)

Carichi permanenti strutturali (G1)

- Solaio di tipo Sapal ($h=22 + 3\text{cm}$) $= 200.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

Carichi permanenti portati (G2)

- Pavimento + intonaco $= 100.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

- Tramezzi $= 120.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

Sommano permanenti $G_2 = 220.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

Nella zona con presenza di fondellature, in riferimento al paragrafo 3.1.3.1, avremo:

- altezza della fondellatura = 285 cm;

- peso proprio del materiale = 80 Kgcm^{-2}

- $G_2 = 0.8 \cdot 2.85 = 228 \text{ Kgcm}^{-1}$ e dunque i calcoli saranno svolti in riferimento a $g_2 = 120 \text{ Kgcm}^{-2}$.

Carico variabile dominante (Qk1)

- Accidentali solaio (Cat. C1: Ambienti suscettibili di affollamento) $= 300.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

$Q_{k1} = 300.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

4.2 Solaio Sottotetto (Quota +8.59 m)

Carichi permanenti strutturali (G1)

- Solaio ($h=20 \text{ cm}$) $= 60.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

Carico variabile dominante (Qk1)

- Accidentali solaio (Cat. H1: accessibile solo per manutenzione) $= 50.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

$Q_{k1} = 50.00 \text{ Kgcm}^{-2}$

4.3 Copertura

Carichi permanenti strutturali (G1)

- Copertura di tipo SAP = 175.00 Kgcm⁻²

Carichi permanenti portati (G2)

- Manto di copertura = 50.00 Kgcm⁻²

Sommano permanenti **G₂** = 50.00 Kgcm⁻²

Carico variabile dominante (Qk1)

- Accidentale (Neve) = 48.00 Kgcm⁻²

Q_{k1} = 48.00 Kgcm⁻²

5. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La verifica degli elementi rinforzati è stata effettuata agli Stati Limiti Ultimi estrapolando dal modello di calcolo le sollecitazioni massime in ciascun elemento strutturale (travi e pilastri), ottenute dalle combinazioni simiche come indicato nelle NTC2008.

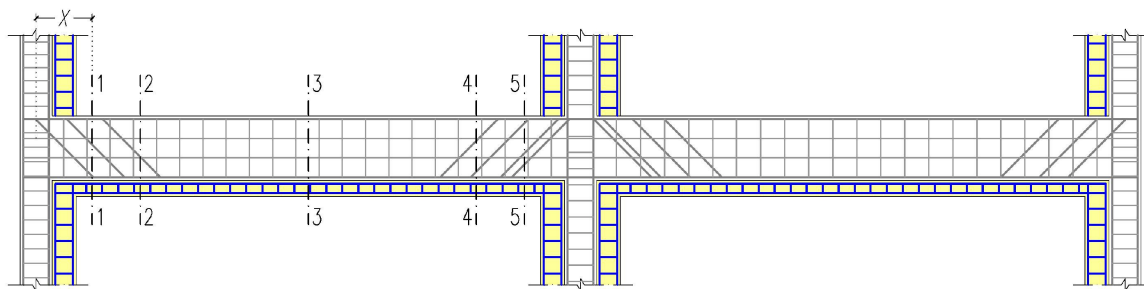
5.1 Verifica delle Travi in C.A.

5.1.1 Solaio a quota + 1.74 m

Tutte le travi che appartengono al solaio in questione saranno rinforzate, oltre che con elementi aggiunti in c.a. anche con fasce di acciaio di tipo S275 (s= 6mm), di altezza variabile tra 25-30 cm, che si estendono per tutta la lunghezza dell'elemento strutturale.

Tali rinforzi, che permettono di incrementare ulteriormente le resistenze a taglio e flessione delle travi, saranno resi solidali e delle strutture esistenti e collaboranti con esse per mezzo di perforazioni del diametro di 20 mm, armate con barre di diametro 18 mm di acciaio filettato di tipo 8.8, saturate con resine epossidiche bicomponenti o con sostanze di pari efficacia a componente cementizia.

5.1.1.1 Travi N°1-2-3 e N°10-11



Le travi di cui si tratta ($B=30$ cm; $H=80$ cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250mm. Per la verifica è stata presa in considerazione la campata più sollecitata (trave N°1-2).

Sez.1 ($x=0.7$ m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 100.00$ cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 65.28$ cm²

Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gcls} = 0.00$ cm; $Y_{gcls} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm⁴; $J_y = 225000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm⁴; $J_{eta} = 225000.00$ cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-35405	0	0	0	0
2	0	22394	0	0	0	0
3	0	0	0	0	29701	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-390.180644$; $b=-1961.570561$; $c=-54050.143650$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.32573 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.79261 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-35404.90; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -1.14; MxiR= -47832.50; MyiR= -242.26

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=47833.12$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=35404.90$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.3510 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2496$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7520$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=65.28 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=3000.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=32.64 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 4.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=32.64 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.77 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=96.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=59.88 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=25.92 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=120.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=3000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=5.40 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001801$

Armatura tesa massima : $A_f=59.88 \text{ cm}^2$; $\rho=0.019960$

Armatura tesa minima : $A_f=32.64 \text{ cm}^2$; $\rho=0.010880$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=29701.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=454.9626 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=29701.00 \text{ Kg}$; $d=96.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $6.08 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 35251.17 \text{ Kg}$

VRsd= 0.9•d•(Asw/s)•fyd_st•(cot(90°) + cot(θ))•sin(90°) = 29701.00 Kg
VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=29701.00 Kg; d=96.60 cm; bw=30.00 cm, cot(θ)=2.5000

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=6.08 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 16.53 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-15.00	-50.00	3.33
2	-15.00	50.00	-9.75
3	15.00	50.00	-10.53
4	15.00	-50.00	2.55

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-11.00	-27.80	16.00	0.32
2	-6.00	-27.80	16.00	0.19
3	-0.00	-27.70	14.00	0.02
4	5.00	-27.70	14.00	-0.11
5	11.00	-27.80	16.00	-0.25
6	11.00	-33.40	18.00	0.48
7	4.00	-33.40	18.00	0.66
8	-4.00	-33.40	18.00	0.87
9	-11.00	-33.40	18.00	1.05
10	11.60	-46.60	18.00	2.19
11	3.87	-46.60	18.00	2.39
12	-3.87	-46.60	18.00	2.59
13	-11.60	-46.60	18.00	2.79
14	-10.00	13.60	22.00	-5.12
15	-6.00	13.60	22.00	-5.23
16	-3.00	13.60	22.00	-5.30
17	8.00	13.60	22.00	-5.59
18	5.00	13.60	22.00	-5.51
19	1.00	13.60	22.00	-5.41
20	-13.00	13.60	22.00	-5.04
21	11.00	13.60	22.00	-5.67
22	-11.40	46.40	16.00	-9.38
23	-3.60	46.60	12.00	-9.60
24	4.00	46.60	12.00	-9.80
25	11.60	46.60	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-24.57
2	15.00	-30.54

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)										
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)	

1	0	-35405	0	-1	-47833	-242	1.351	39.36	25.92	N	
2	0	22394	0	1	51464	-9	2.298	59.88	5.40	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (X=2.16m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 62.14$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm^4 ; $J_y = 225000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 225000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-8979	0	0	0	0
2	0	17104	0	0	0	0
3	0	0	0	0	25026	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-29220.370263$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.05360 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.16375 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=17104.40; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.03; MxiR= 49260.45; MyiR= 163.04

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=49260.72; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=17104.40

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 2.8800 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.3664$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8979$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=62.14 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=31.07 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.74 cm²

Aft=31.07 cm² > 0.0013•bt•d=3.77 cm²

con: bt=30.00 cm; d=96.60 cm

Aftesa max (comb. 2)=59.88 cm² e Afcompr max (comb. 1)=22.37 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=2.26 cm²; $\rho_{comp}=0.000754$

Armatura tesa massima : Af=59.88 cm²; $\rho=0.019960$

Armatura tesa minima : Af=31.07 cm²; $\rho=0.010357$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=25026.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=402.7312 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=25026.00 Kg; d=96.60 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=5.13 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 25026.00$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=25026.00 Kg; d=96.60 cm; bw=30.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=5.13 cm²/m

$s=100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 19.61$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	-6.39
2	-15.00	50.00	3.50
3	15.00	50.00	3.50
4	15.00	-50.00	-6.39

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	-4.19

2	-6.00	-27.80	16.00	-4.19
3	-0.00	-27.70	14.00	-4.18
4	5.00	-27.70	14.00	-4.18
5	11.00	-27.80	16.00	-4.19
6	11.00	-33.40	18.00	-4.75
7	4.00	-33.40	18.00	-4.75
8	-4.00	-33.40	18.00	-4.75
9	-11.00	-33.40	18.00	-4.75
10	11.60	-46.60	18.00	-6.05
11	3.87	-46.60	18.00	-6.05
12	-3.87	-46.60	18.00	-6.05
13	-11.60	-46.60	18.00	-6.05
14	-10.00	13.60	22.00	-0.10
15	-6.00	13.60	22.00	-0.10
16	-3.00	13.60	22.00	-0.10
17	8.00	13.60	22.00	-0.10
18	5.00	13.60	22.00	-0.10
19	1.00	13.60	22.00	-0.10
20	-13.00	13.60	22.00	-0.10
21	11.00	13.60	22.00	-0.10
22	-3.60	46.60	12.00	3.16
23	4.00	46.60	12.00	3.16

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	14.61
2	15.00	14.61

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-8979	0	0	-42372	70	4.719	39.77	22.37	N	
2	0	17104	0	-0	49260	163	2.880	59.88	2.26	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 3 (X=3.40m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 62.14 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 2500000.00 cm⁴; Jy = 225000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2500000.00 cm⁴; Jeta = 225000.00 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-12040	0	0	0	0
2	0	0	0	0	21051	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-196.034281; b=-1990.369453; c=-56749.036431
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.04156 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 2.54691 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-12040.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.35; MxiR= -42372.31; MyiR= 70.06

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=42372.36; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=12040.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 3.5193 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.2332)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7315$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=62.14 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): Aft=31.07 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.75 cm²

Aft=31.07 cm² > 0.0013•bt•d=3.77 cm²

con: bt=29.59 cm; d=98.00 cm

Aftesa max (comb. 1)=39.77 cm² e Afcompr max (comb. 1)=22.37 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=22.37 cm²; $\rho_{comp}=0.007456$

Armatura tesa massima : Af=39.77 cm²; $\rho=0.013258$

Armatura tesa minima : Af=31.07 cm²; $\rho=0.010357$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14\text{mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRACIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=21051.10\text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=338.7651 < f_{yd}=2246.4000\text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=21051.10\text{ Kg}$; $d=96.60\text{ cm}$; $b_w=30.00\text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $4.50\text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17\text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21971.48\text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027\text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40\text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=21051.10\text{ Kg}$; $d=96.60\text{ cm}$; $b_w=30.00\text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.31\text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 23.32\text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	3.04
2	-15.00	50.00	-10.20
3	15.00	50.00	-10.59
4	15.00	-50.00	2.65

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	0.05
2	-6.00	-27.80	16.00	-0.02
3	-0.00	-27.70	14.00	-0.11
4	5.00	-27.70	14.00	-0.17
5	11.00	-27.80	16.00	-0.24
6	11.00	-33.40	18.00	0.50
7	4.00	-33.40	18.00	0.60
8	-4.00	-33.40	18.00	0.70
9	-11.00	-33.40	18.00	0.79
10	11.60	-46.60	18.00	2.24
11	3.87	-46.60	18.00	2.35
12	-3.87	-46.60	18.00	2.45
13	-11.60	-46.60	18.00	2.55
14	-10.00	13.60	22.00	-5.45
15	-6.00	13.60	22.00	-5.50
16	-3.00	13.60	22.00	-5.54
17	8.00	13.60	22.00	-5.68
18	5.00	13.60	22.00	-5.64
19	1.00	13.60	22.00	-5.59
20	-13.00	13.60	22.00	-5.41
21	11.00	13.60	22.00	-5.72
22	-3.60	46.60	12.00	-9.90
23	4.00	46.60	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-27.03
2	15.00	-29.99

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole

(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-12040	0	0	-42372	70	3.519	39.77	22.37	N	

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez. 4 (X=4.95m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 62.14 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 2500000.00 cm⁴; Jy = 225000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2500000.00 cm⁴; Jeta = 225000.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-11187	0	0	0	0
2	0	22719	0	0	0	0
3	0	0	0	0	24047	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=0.000000; b=2000.000000; c=-29220.370263

Angolo asse neutro-asse x : α= 0.00000 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.05360 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.16375 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NS=0.00; MxiS=22719.30; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NR= -0.03; MxiR= 49260.45; MyiR= 163.04

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 49260.72$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 22719.30$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.1682 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3664$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8979$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot} = 62.14 \text{ cm}^2$; $Area_{cls} = 3000.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft} = 31.07 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 4.74 \text{ cm}^2$
 $A_{ft} = 31.07 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.77 \text{ cm}^2$
 con: $b_t = 30.00 \text{ cm}$; $d = 96.60 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)} = 59.88 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 22.37 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls} = 120.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls} = 3000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk} = 304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f = 2.26 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp} = 0.000754$
 Armatura tesa massima : $A_f = 59.88 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.019960$
 Armatura tesa minima : $A_f = 31.07 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.010357$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su} = 24047.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr} = V_{su}/A_f = 386.9766 < f_{yd} = 2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd} = 78.3900$, $f_{ctd} = 7.59$, $f_{ck} = 166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 24047.00 \text{ Kg}$; $d = 96.60 \text{ cm}$; $b_w = 30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c = 1.0000$, $\cot(\theta) = 2.5000$, Asw/s progettata = $4.93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17 \text{ Kg}$
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24047.00 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b = 2$, Area singola staffa: $A_{1s} = 0.5027 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt} = 2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 24047.00 \text{ Kg}$; $d = 96.60 \text{ cm}$; $b_w = 30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta) = 2.5000$
 da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s = 4.93 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 20.41 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	-6.39
2	-15.00	50.00	3.50

3	15.00	50.00	3.50
4	15.00	-50.00	-6.39

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	-4.19
2	-6.00	-27.80	16.00	-4.19
3	-0.00	-27.70	14.00	-4.18
4	5.00	-27.70	14.00	-4.18
5	11.00	-27.80	16.00	-4.19
6	11.00	-33.40	18.00	-4.75
7	4.00	-33.40	18.00	-4.75
8	-4.00	-33.40	18.00	-4.75
9	-11.00	-33.40	18.00	-4.75
10	11.60	-46.60	18.00	-6.05
11	3.87	-46.60	18.00	-6.05
12	-3.87	-46.60	18.00	-6.05
13	-11.60	-46.60	18.00	-6.05
14	-10.00	13.60	22.00	-0.10
15	-6.00	13.60	22.00	-0.10
16	-3.00	13.60	22.00	-0.10
17	8.00	13.60	22.00	-0.10
18	5.00	13.60	22.00	-0.10
19	1.00	13.60	22.00	-0.10
20	-13.00	13.60	22.00	-0.10
21	11.00	13.60	22.00	-0.10
22	-3.60	46.60	12.00	3.16
23	4.00	46.60	12.00	3.16

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	14.61
2	15.00	14.61

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-11187	0	0	-42372	70	3.788	39.77	22.37	N	
2	0	22719	0	-0	49260	163	2.168	59.88	2.26	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 5 (X=6.10m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u =0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yk}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 70.47$ cm²

Copri ferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gClS} = 0.00$ cm; $Y_{gClS} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm⁴; $J_y = 225000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm⁴; $J_{eta} = 225000.00$ cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-31474	0	0	0	0
2	0	28187	0	0	0	0
3	0	0	0	0	27790	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-390.180644$; $b=-1961.570561$; $c=-48018.268224$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -8.98166 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.99947 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-31473.70$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.67$; $M_{xiR} = -60282.93$; $M_{yiR} = -149.15$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=60283.11$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=31473.70$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.9153 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2804$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7905$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=70.47$ cm²; $A_{fCls}=3000.00$ cm²)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=35.23$ cm² $> 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 4.74$ cm²

$A_{ft}=35.23$ cm² $> 0.0013 \cdot b \cdot d = 3.77$ cm²

con: $b=30.00$ cm; $d=96.60$ cm

$A_{ftesa\ max}$ (comb. 2)=57.87 cm² e $A_{fcompr\ max}$ (comb. 1)=27.46 cm² $< 0.04 \cdot A_{fCls}=120.00$ cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², f_{yk}=304.11 MPa

Armatura compressa minima: A_f=12.60 cm²; ρ_{comp}=0.004199

Armatura tesa massima : A_f=57.87 cm²; ρ=0.019289

Armatura tesa minima : A_f=35.23 cm²; ρ=0.011744

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre Ø ≥ 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; V_{su}=27790.00 Kg; τ_{maxTr}=V_{su}/A_f=394.3750 < f_{yd}=2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (f_{cd}=78.3900, f_{ctd}=7.59, f_{ck}=166.00 in Kg/cm²)

V_{Ed}=27790.00 Kg; d=96.60 cm; b_w=30.00 cm, α_c=1.0000, cot(θ)=2.5000, A_{sw}/s progettata=5.69 cm²/m

V_{Rcd}= 0.9•b_w•d•α_c•f_{cd}•0.5•(cot(90°)+cot(θ))/(1+cot(θ)²) = 35251.17 Kg

V_{Rsd}= 0.9•d•(A_{sw}/s)•f_{yd}•sin(90°) = 27790.00 Kg

V_{Ed} < min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: N_b=2, Area singola staffa: A_{1s}=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (f_{yd}St=2246.40 Kg/cm²)

V_{Ed}=27790.00 Kg; d=96.60 cm; b_w=30.00 cm, cot(θ)=2.5000

da V_{Ed}=0.9•d•(A_{sw}/s)•f_{yd}•cot(θ) si ottiene: A_{sw}/s=5.69 cm²/m

s= 100•N_b•A_{1s}/A_{sw}= 17.66 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	ε _c x1000
1	-15.00	-50.00	3.50
2	-15.00	50.00	-8.78
3	15.00	50.00	-9.51
4	15.00	-50.00	2.77

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ε _f x1000
1	-11.00	-27.80	16.00	0.68
2	-0.00	-27.70	14.00	0.40
3	5.00	-27.70	14.00	0.27
4	11.00	-27.80	16.00	0.14
5	11.00	-33.40	18.00	0.83
6	4.00	-33.40	18.00	1.00
7	-4.00	-33.40	18.00	1.19
8	-11.00	-33.40	18.00	1.36
9	11.60	-46.60	18.00	2.43
10	3.87	-46.60	18.00	2.62
11	-3.87	-46.60	18.00	2.81
12	-11.60	-46.60	18.00	3.00
13	-10.00	13.60	22.00	-4.43
14	-6.00	13.60	22.00	-4.53
15	-3.00	13.60	22.00	-4.60
16	8.00	13.60	22.00	-4.87
17	5.00	13.60	22.00	-4.80
18	1.00	13.60	22.00	-4.70
19	-13.00	13.60	22.00	-4.36
20	11.00	13.60	22.00	-4.94
21	-11.40	46.40	16.00	-8.42
22	-6.88	46.40	16.00	-8.54
23	-2.36	46.40	16.00	-8.65
24	2.26	46.30	18.00	-8.75
25	6.88	46.40	16.00	-8.87

26	11.40	46.40	16.00	-8.98
----	-------	-------	-------	-------

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-21.50
2	15.00	-27.46

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
Cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-31474	0	-1	-60283	-149	1.915	43.01	27.46	N	
2	0	28187	0	1	54500	95	1.934	57.87	12.60	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

5.1.1.1.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 29701 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 14850 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_{v,y} = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg}$$

taglio resistente

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,66 < 1$$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

Dagli elaborati di calcolo si evidenzia che le verifiche a flessione e taglio risultano essere soddisfatte in ogni sezione della trave esaminata.

5.1.1.1.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

L'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà garantita attraverso l'utilizzo di perforazioni del diametro di 20 mm, armate con barre di acciaio filettato di tipo 8.8 del diametro di 18 mm.

Il numero necessario di fori viene determinato attraverso la Teoria di Broms (1979) per la ricerca del carico limite dei pali di fondazione (con testa impedita di ruotare) estesa ai collegamenti con barre di acciaio tra acciaio e calcestruzzo:

$$M_p = \frac{1}{\gamma_s} \frac{1}{32} D^3 \pi f_{yk} = 2931.5 \text{ Kgcm} \quad \text{Momento di plasticizzazione della barra di acciaio}$$

dove

$$\gamma_s = 1.25$$

$$f_{yk} = 6400 \text{ Kgcm}^{-2} \quad \text{Resistenza caratteristica barre di acciaio tipo 8.8}$$

$$D = 1.8 \text{ cm} \quad \text{Diametro barra}$$

$$K_p = \frac{E_{cls}}{D} \left(\frac{E_{cls}}{E_{acc}} \frac{D^4}{J_{acc}} \right)^{\frac{1}{12}} = 152770.6 \text{ Kgcm}^{-3}$$

$$\frac{M_p}{\gamma_{cls} D^4 K_p} = 0.75 \text{ Kgcm}$$

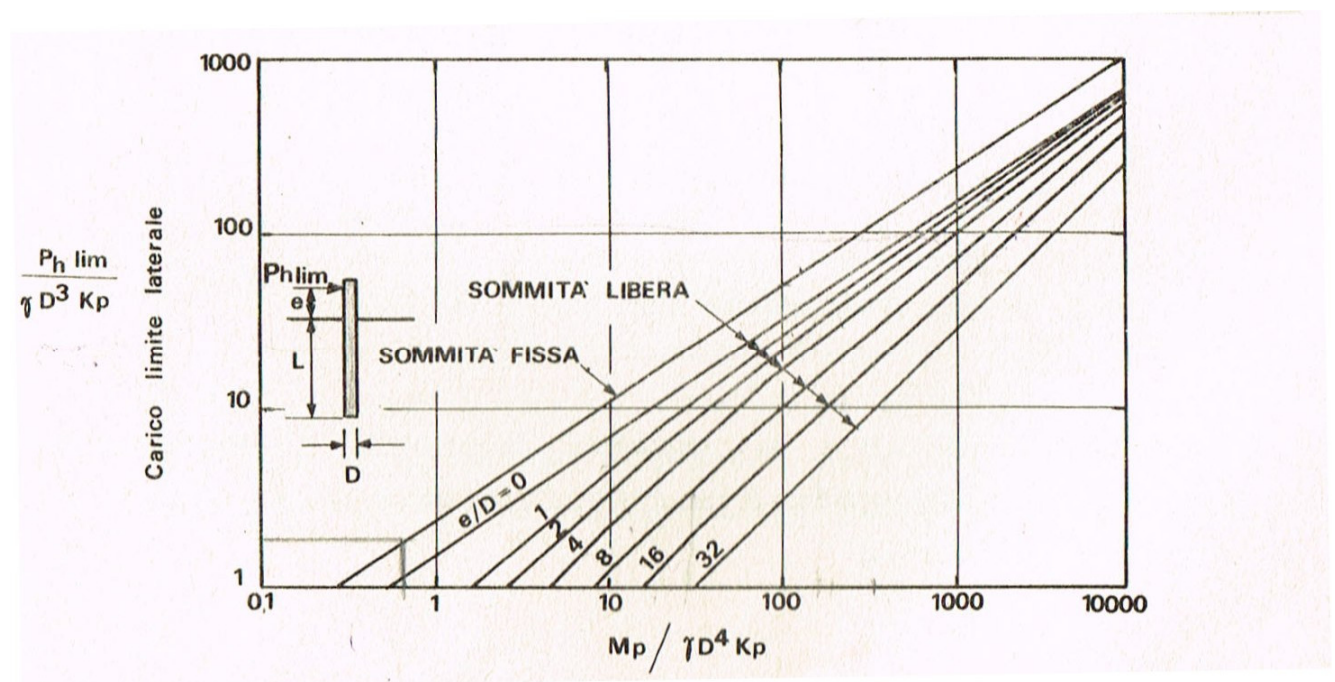
dove

$$E_{cls} = 255000 \text{ Kgcm}^{-2}$$

$$E_{acc} = 2100000 \text{ Kgcm}^{-2}$$

$$J_{acc} = 0.5154 \text{ cm}^4$$

$$\gamma_{cls} = 0.0025 \text{ Kgcm}^{-3}$$



Dalla tabella in figura si ricava quindi:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 K_p = 6682.2 \text{ Kg}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 2.22$$

Numero di fori al metro di trave

$$i = \frac{100}{N_p} = 45.1 \text{ cm}$$

Interasse minimo dei fori

Alla luce di questo risultato si riscontra che dagli estremi della trave per un tratto di lunghezza pari a 1.5 m i fori saranno posizionati ad un interasse di 40 cm, mentre nella zona centrale, dove il taglio assume valore inferiori, i fori saranno posizionati ad un interasse di 50 cm.

5.1.1.1.3 Verifica degli ancoraggi in acciaio necessari per l'adesione tra le strutture di rinforzo a quella esistente entrambe in c.a.

L'adesione tra la struttura esistente ed il rinforzo in c.a. sarà valutata in maniera analoga al caso appena descritto. Anche in questo caso per le perforazioni armate saranno utilizzate barre di acciaio filettate di tipo 8.8 di diametro pari a 18 mm.

Quindi si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto sarà effettuato con il valore del taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 35076.6 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 5.3$$

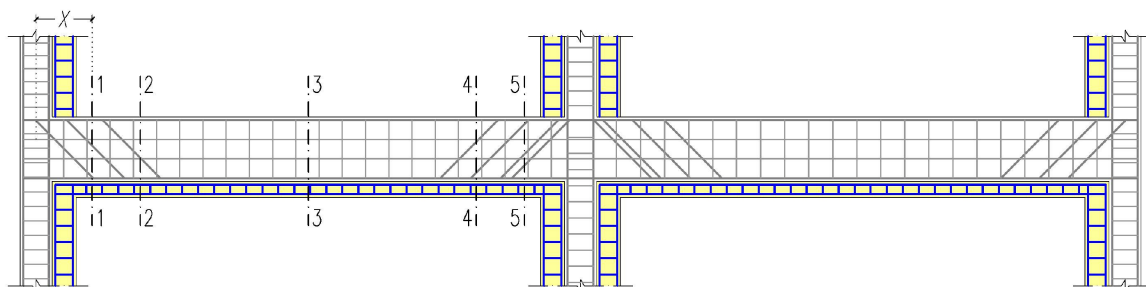
Numero fori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 101.9 \text{ cm}$$

Interasse minimo dei fori

Le perforazioni armate quindi saranno effettuate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.2 Trave N° 5-6-7



La trave di cui si tratta (B=40 cm; H=95 cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in cemento armato avente la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm

con 8 barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20\text{mm}$ e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250mm.

La verifica dell'elemento strutturale è stata presa in considerazione nella campata più sollecitata (trave N°5-6).

Sez. 1 (X=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 40.00$ cm; Base (cm):: $H = 125.00$ cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 77.91$ cm^2

Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 6510416.67$ cm^4 ; $J_y = 666666.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 6510416.67$ cm^4 ; $J_{eta} = 666666.67$ cm^4 ;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-32874	0	0	0	0
2	0	33928	0	0	0	0
3	0	0	0	0	33046	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-68876.765330$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.00644 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$
Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 2.63146 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
NS=0.00; MxiS=-32874.40; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00
Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
NR= 1.92; MxiR= -80435.13; MyiR= -47.67

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 80435.14$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 32874.40$
Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.4467 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2312$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7289$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot} = 77.91 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$)
Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft} = 38.96 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 7.95 \text{ cm}^2$
 $A_{ft} = 38.96 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 6.31 \text{ cm}^2$
con: $b_t = 40.00 \text{ cm}$; $d = 121.40 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2}) = 68.27 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1}) = 25.13 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls} = 200.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk} = 304.11 \text{ MPa}$
Armatura compressa minima: $A_f = 9.64 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp} = 0.001929$
Armatura tesa massima : $A_f = 68.27 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.013653$
Armatura tesa minima : $A_f = 38.96 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.007791$
Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
Comb. N.: 3; $V_{su} = 33046.50 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr} = V_{su}/A_f = 424.1543 < f_{yd} = 2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd} = 78.3900$, $f_{ctd} = 7.59$, $f_{ck} = 166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 33046.50 \text{ Kg}$; $d = 121.50 \text{ cm}$; $b_w = 40.00 \text{ cm}$, $\alpha_c = 1.0000$, $\cot(\theta) = 2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata} = 6.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59116.87 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36846.58 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b = 2$, Area singola staffa: $A_{1s} = 0.5027 \text{ cm}^2$)
N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt} = 2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 33046.50 \text{ Kg}$; $d = 121.50 \text{ cm}$; $b_w = 40.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta) = 2.5000$
da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s} = 5.38 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 18.68 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	3.01
2	-20.00	62.50	-10.39
3	20.00	62.50	-10.39
4	20.00	-62.50	3.01

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	3.00	-30.90	18.00	-0.38
2	-16.00	-30.40	18.00	-0.43
3	16.00	-36.00	20.00	0.17
4	6.00	-36.00	20.00	0.17
5	-5.00	-36.00	20.00	0.17
6	-16.00	-36.00	20.00	0.17
7	16.50	-59.00	20.00	2.63
8	5.50	-59.00	20.00	2.63
9	-5.50	-59.00	20.00	2.63
10	-16.50	-59.00	20.00	2.63
11	-12.00	-30.40	18.00	-0.43
12	-4.00	-30.40	18.00	-0.43
13	12.00	-30.40	18.00	-0.43
14	18.00	26.10	22.00	-6.49
15	-15.00	26.10	22.00	-6.49
16	-7.00	26.10	22.00	-6.49
17	-4.00	26.10	22.00	-6.49
18	3.00	26.10	22.00	-6.49
19	9.00	26.10	22.00	-6.49
20	13.00	26.10	22.00	-6.49
21	-11.00	26.10	22.00	-6.49
22	-16.30	58.80	18.00	-9.99
23	-5.37	58.80	18.00	-9.99
24	5.47	58.90	16.00	-10.00
25	16.30	58.80	18.00	-9.99

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-34.44
2	20.00	-34.44

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	Mrxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-32874	0	2	-80435	-48	2.447	52.78	25.13	N	
2	0	33928	0	1	83862	684	2.472	68.27	9.64	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 2 (X=2.16m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
 Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 79.29$ cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
 Area: $A_{cls} = 5000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 6510416.67$ cm⁴; $J_y = 666666.67$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 6510416.67$ cm⁴; $J_{eta} = 666666.67$ cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
 Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-4668	0	0	0	0
2	0	25769	0	0	0	0
3	0	0	0	0	25938	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):
 Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-51689.794859$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
 Sezione parzializzata
 Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -8.10139 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.17535 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NS=0.00$; $M_{xiS}=25769.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NR= 1.21$; $M_{xiR}= 89616.27$; $M_{yiR}= -1.96$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$
 $MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=89616.27$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=25769.00$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 3.4777 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3017$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8171$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=79.29$ cm²; $A_{cls}=5000.00$ cm²)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=39.65$ cm² $> 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 7.96$ cm²
 $A_{ft}=39.65$ cm² $> 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 6.32$ cm²
 con: $b_t=40.00$ cm; $d=121.50$ cm
 Aftesa max (comb. 1)=54.16 cm² e A_{fcompr} max (comb. 2)=33.80 cm² $< 0.04 \cdot A_{cls}=200.00$ cm²
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=5000.00 cm², f_{yk} =304.11 MPa

Armatura compressa minima: A_f =25.13 cm²; ρ_{comp} =0.005027

Armatura tesa massima : A_f =54.16 cm²; ρ =0.010832

Armatura tesa minima : A_f =39.65 cm²; ρ =0.007929

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; V_{su} =25937.50 Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f$ =327.1063 < f_{yd} =2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (f_{cd} =78.3900, f_{ctd} =7.59, f_{ck} =166.00 in Kg/cm²)

V_{Ed} =25937.50 Kg; d =121.60 cm; b_w =40.00 cm, α_c =1.0000, $\cot(\theta)$ =2.5000, $A_{sw/s}$ progettata=6.00 cm²/m

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53$ Kg

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90$ Kg

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: N_b =2, Area singola staffa: A_{1s} =0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (f_{ydSt} =2246.40 Kg/cm²)

V_{Ed} =25937.50 Kg; d =121.60 cm; b_w =40.00 cm, $\cot(\theta)$ =2.5000

da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}$ =4.22 cm²/m

$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 23.82$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	-8.44
2	-20.00	62.50	3.50
3	20.00	62.50	3.50
4	20.00	-62.50	-8.44

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-5.37
2	8.00	-30.40	18.00	-5.37
3	3.00	-30.90	18.00	-5.42
4	-8.00	-30.40	18.00	-5.37
5	-16.00	-30.40	18.00	-5.37
6	16.00	-36.00	20.00	-5.91
7	6.00	-36.00	20.00	-5.91
8	-5.00	-36.00	20.00	-5.91
9	-16.00	-36.00	20.00	-5.91
10	16.50	-59.00	20.00	-8.10
11	5.50	-59.00	20.00	-8.10
12	-5.50	-59.00	20.00	-8.10
13	-16.50	-59.00	20.00	-8.10
14	-12.00	-30.40	18.00	-5.37
15	-4.00	-30.40	18.00	-5.37
16	12.00	-30.40	18.00	-5.37
17	18.00	26.10	22.00	0.02
18	-15.00	26.10	22.00	0.02
19	-7.00	26.10	22.00	0.02
20	-4.00	26.10	22.00	0.02
21	3.00	26.10	22.00	0.02
22	9.00	26.10	22.00	0.02
23	13.00	26.10	22.00	0.02

24	-11.00	26.10	22.00	0.02
25	-16.00	59.10	12.00	3.18
26	-0.00	59.10	12.00	3.18
27	16.00	59.10	12.00	3.18

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	25.84
2	20.00	25.84

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-4668	0	2	-67558	-472	14.473	54.16	25.13	N	
2	0	25769	0	1	89616	-2	3.478	45.49	33.80	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 3 (X=3.40m – mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 79.29 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 5000.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 6510416.67 cm⁴; Jy = 666666.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 6510416.67 cm⁴; Jeta = 666666.67 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	18488	0	0	0	0
2	0	0	0	0	25115	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-51689.794859$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -8.10139 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.17535 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=18488.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 1.21; MxiR= 89616.27; MyiR= -1.96

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=89616.27; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=18488.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 4.8473 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3017$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8171$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=79.29 cm²; AreaCls=5000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): Af=39.65 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=7.96 cm²

Af=39.65 cm² > 0.0013•bt•d=6.32 cm²

con: bt=40.00 cm; d=121.50 cm

Aftesa max (comb. 1)=45.49 cm² e Afcompr max (comb. 1)=33.80 cm² < 0.04•AreaCls=200.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=5000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=33.80 cm²; $\rho_{comp}=0.006761$

Armatura tesa massima : Af=45.49 cm²; $\rho=0.009098$

Armatura tesa minima : Af=39.65 cm²; $\rho=0.007929$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=25115.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=316.7335 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=25115.00 Kg; d=121.60 cm; bw=40.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=6.00 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=25115.00 \text{ Kg}$; $d=121.60 \text{ cm}$; $b_w=40.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.09 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=24.60 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	-8.44
2	-20.00	62.50	3.50
3	20.00	62.50	3.50
4	20.00	-62.50	-8.44

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-5.37
2	8.00	-30.40	18.00	-5.37
3	3.00	-30.90	18.00	-5.42
4	-8.00	-30.40	18.00	-5.37
5	-16.00	-30.40	18.00	-5.37
6	16.00	-36.00	20.00	-5.91
7	6.00	-36.00	20.00	-5.91
8	-5.00	-36.00	20.00	-5.91
9	-16.00	-36.00	20.00	-5.91
10	16.50	-59.00	20.00	-8.10
11	5.50	-59.00	20.00	-8.10
12	-5.50	-59.00	20.00	-8.10
13	-16.50	-59.00	20.00	-8.10
14	-12.00	-30.40	18.00	-5.37
15	-4.00	-30.40	18.00	-5.37
16	12.00	-30.40	18.00	-5.37
17	18.00	26.10	22.00	0.02
18	-15.00	26.10	22.00	0.02
19	-7.00	26.10	22.00	0.02
20	-4.00	26.10	22.00	0.02
21	3.00	26.10	22.00	0.02
22	9.00	26.10	22.00	0.02
23	13.00	26.10	22.00	0.02
24	-11.00	26.10	22.00	0.02
25	-16.00	59.10	12.00	3.18
26	-0.00	59.10	12.00	3.18
27	16.00	59.10	12.00	3.18

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	25.84
2	20.00	25.84

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante.; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	Mrxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	18488	0	1	89616	-2	4.847	45.49	33.80	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 4 (X=4.95 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicit : edif. in zona sismica; Classe duttilit : B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 79.29$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 6510416.67$ cm^4 ; $J_y = 666666.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 6510416.67$ cm^4 ; $J_{eta} = 666666.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-17614	0	0	0	0
2	0	20023	0	0	0	0
3	0	0	0	0	32657	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-70266.305954$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.90416 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.53274 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; $M_{xiS}=-17614.50$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 1.90; $M_{xiR}=-67557.63$; $M_{yiR}=-471.73$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=67559.27; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=17614.50
 Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 3.8354 > 1
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.2251)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7213$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=79.29 cm²; AreaCls=5000.00 cm²)
 Armatura tesa (comb. 3): Aft=39.65 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=7.96 cm²
 Aft=39.65 cm² > 0.0013•bt•d=6.32 cm²
 con: bt=40.00 cm; d=121.50 cm
 Aftesa max (comb. 1)=54.16 cm² e Afcompr max (comb. 2)=33.80 cm² < 0.04•AreaCls=200.00 cm²
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 Area cls=5000.00 cm², fyk=304.11 MPa
 Armatura compressa minima: Af=25.13 cm²; $\rho_{comp}=0.005027$
 Armatura tesa massima : Af=54.16 cm²; $\rho=0.010832$
 Armatura tesa minima : Af=39.65 cm²; $\rho=0.007929$
 Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; Vsu=32656.60 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=411.8431 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)
 VEd=32656.60 Kg; d=121.60 cm; bw=40.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=6.00 cm²/m
 $VRcd = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53$ Kg
 $VRsd = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90$ Kg
 VEd < min(VRsd, VRcd) => **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=32656.60 Kg; d=121.60 cm; bw=40.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=5.31 cm²/m
 $s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 18.92$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	2.90
2	-20.00	62.50	-10.36
3	20.00	62.50	-10.36
4	20.00	-62.50	2.90

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-0.50
2	8.00	-30.40	18.00	-0.50
3	3.00	-30.90	18.00	-0.45
4	-8.00	-30.40	18.00	-0.50
5	-16.00	-30.40	18.00	-0.50
6	16.00	-36.00	20.00	0.09
7	6.00	-36.00	20.00	0.09

8	-5.00	-36.00	20.00	0.09
9	-16.00	-36.00	20.00	0.09
10	16.50	-59.00	20.00	2.53
11	5.50	-59.00	20.00	2.53
12	-5.50	-59.00	20.00	2.53
13	-16.50	-59.00	20.00	2.53
14	-12.00	-30.40	18.00	-0.50
15	-4.00	-30.40	18.00	-0.50
16	12.00	-30.40	18.00	-0.50
17	18.00	26.10	22.00	-6.50
18	-15.00	26.10	22.00	-6.50
19	-7.00	26.10	22.00	-6.50
20	-4.00	26.10	22.00	-6.50
21	3.00	26.10	22.00	-6.50
22	9.00	26.10	22.00	-6.50
23	13.00	26.10	22.00	-6.50
24	-11.00	26.10	22.00	-6.50
25	-16.00	59.10	12.00	-10.00
26	-0.00	59.10	12.00	-10.00
27	16.00	59.10	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-35.13
2	20.00	-35.13

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	Mrxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-17614	0	2	-67558	-472	3.835	54.16	25.13	N	
2	0	20023	0	1	89616	-2	4.476	45.49	33.80	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 5 (X=6.10m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 89.47 \text{ cm}^2$
 Copriferro di progetto : $c = 2.80 \text{ cm}$
 Diametro staffe : $d_s = 8 \text{ mm}$

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$
 Momenti d'inerzia: $J_x = 6510416.67 \text{ cm}^4$; $J_y = 666666.67 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 6510416.67 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 666666.67 \text{ cm}^4$;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-46337	0	0	0	0
2	0	18876	0	0	0	0
3	0	0	0	0	38297	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-65917.134379$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.20898 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 2.82879 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-46337.20$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -1.44$; $M_{xiR} = -89035.20$; $M_{yiR} = -763.42$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 89038.47$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 46337.20$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.9215 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2429$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7437$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=89.47 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=5000.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=44.74 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 7.96 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=44.74 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 6.32 \text{ cm}^2$

con: $b_t=40.00 \text{ cm}$; $d=121.50 \text{ cm}$

Aftesa max (comb. 2)= 75.90 cm^2 e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=25.13 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cls}=200.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 5000.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=13.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.002714$

Armatura tesa massima : $A_f=75.90 \text{ cm}^2$; $\rho=0.015180$

Armatura tesa minima : $A_f=44.74 \text{ cm}^2$; $\rho=0.008947$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14\text{mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=38297.00\text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=428.0307 < f_{yd}=2246.4000\text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=38297.00\text{ Kg}$; $d=121.60\text{ cm}$; $b_w=40.00\text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $6.23\text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53\text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 38297.00\text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027\text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40\text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=38297.00\text{ Kg}$; $d=121.60\text{ cm}$; $b_w=40.00\text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=6.23\text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 16.13\text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	3.21
2	-20.00	62.50	-10.37
3	20.00	62.50	-10.37
4	20.00	-62.50	3.21

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-0.28
2	8.00	-30.40	18.00	-0.28
3	3.00	-30.90	18.00	-0.22
4	-8.00	-30.40	18.00	-0.28
5	-16.00	-30.40	18.00	-0.28
6	16.00	-36.00	20.00	0.33
7	6.00	-36.00	20.00	0.33
8	-5.00	-36.00	20.00	0.33
9	-16.00	-36.00	20.00	0.33
10	16.50	-59.00	20.00	2.83
11	5.50	-59.00	20.00	2.83
12	-5.50	-59.00	20.00	2.83
13	-16.50	-59.00	20.00	2.83
14	-12.00	-30.40	18.00	-0.28
15	-4.00	-30.40	18.00	-0.28
16	12.00	-30.40	18.00	-0.28
17	18.00	26.10	22.00	-6.42
18	-15.00	26.10	22.00	-6.42
19	-7.00	26.10	22.00	-6.42
20	-4.00	26.10	22.00	-6.42
21	3.00	26.10	22.00	-6.42
22	9.00	26.10	22.00	-6.42
23	13.00	26.10	22.00	-6.42
24	-11.00	26.10	22.00	-6.42
25	-16.60	59.10	12.00	-10.00
26	-11.47	59.10	12.00	-10.00
27	-6.03	58.80	18.00	-9.97
28	-0.30	58.80	18.00	-9.97
29	5.43	58.80	18.00	-9.97
30	11.17	58.80	18.00	-9.97
31	16.60	59.10	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-32.96
2	20.00	-32.96

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-46337	0	-1	-89035	-763	1.922	64.34	25.13	N	
2	0	18876	0	4	96641	171	5.120	75.90	13.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dalle verifiche effettuate si può notare come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica a taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti nonostante l'aggiunta del rinforzo in c.a.. Per questo motivo è stata necessaria l'aggiunta delle fasce di acciaio laterali.

5.1.1.2.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 38297 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 19148.5 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy} f_{yk}}{y_s \sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg}$$

taglio resistente

Nella quale:

$$y_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,84 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

5.1.1.2.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul foro}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 2.86 \quad \text{Numero fori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 34.9 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo dei fori}$$

Alla luce di questo risultato si riscontra che saranno necessari numero 3 fori al metro (interasse=30 cm), dagli estremi della trave per un tratto di lunghezza pari a 1.5 m, mentre nella zona centrale, dove il taglio assume valore inferiori, i fori saranno posizionati ad un interasse di 50 cm.

5.1.1.2.3 Verifica degli ancoraggi di acciaio necessari per l' tra le strutture di rinforzo e quella esistente entrambe in c.a.

L'adesione tra la struttura esistente ed il rinforzo in c.a. sarà valutata in maniera analoga al caso appena descritto. Anche in questo caso per le perforazioni armate saranno utilizzate barre di acciaio filettate di tipo 8.8 di diametro pari a 18 mm.

Quindi si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 K p = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 35538.4 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 5.3$$

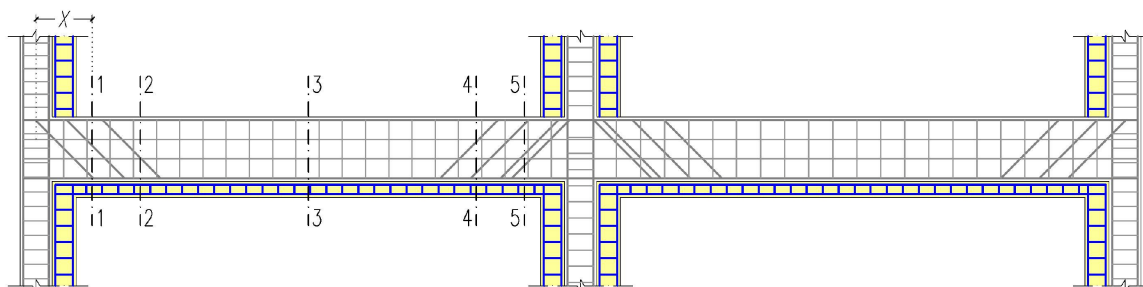
Numero perfori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 101.9 \text{ cm}$$

Interasse minimo dei fori

Le perforazioni armate quindi verranno effettuate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.3 Trave N° 1-5



La trave di cui si tratta (B=26 cm; H=55 cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questa sarà armata con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20\text{mm}$ e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250mm.

Sez. 1 (X=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 26.00$ cm; Base (cm):: $H = 85.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 63.43$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2210.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17$ cm^4 ; $J_y = 124496.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17$ cm^4 ; $J_{eta} = 124496.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-23301	0	0	0	0
2	0	28584	0	0	0	0
3	0	0	0	0	22946	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-11495.355290$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.21380 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.19526 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=28584.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -2.68$; $M_{xiR} = 35595.88$; $M_{yiR} = 28.11$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=cost.$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 35595.89$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 28584.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.2453 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4537$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0072$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=63.43 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=30.47 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=30.47 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 1})=38.30 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 2})=32.96 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=88.40 \text{ cm}^2$
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=25.13 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.011372$
 Armatura tesa massima : $A_f=38.30 \text{ cm}^2$; $\rho=0.017329$
 Armatura tesa minima : $A_f=30.47 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013789$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=22946.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=361.7602 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
 VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=22946.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=5.55 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32 \text{ Kg}$
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 22946.00 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=22946.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=5.55 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw}=10.19 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	-4.59
2	-13.00	42.50	3.50
3	13.00	42.50	3.50
4	13.00	-42.50	-4.59

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-1.51
2	-9.00	-10.10	12.00	-1.51
3	8.00	-16.50	20.00	-2.12
4	3.00	-16.50	20.00	-2.12
5	-3.00	-16.50	20.00	-2.12
6	-9.00	-16.50	20.00	-2.12
7	9.00	-38.50	20.00	-4.21
8	3.00	-38.50	20.00	-4.21
9	-3.00	-38.50	20.00	-4.21
10	-9.00	-38.50	20.00	-4.21
11	-3.00	-10.00	14.00	-1.50
12	4.00	-10.00	14.00	-1.50
13	-11.00	6.10	22.00	0.03
14	-5.00	6.10	22.00	0.03

15	4.00	6.10	22.00	0.03
16	-2.00	6.10	22.00	0.03
17	1.00	6.10	22.00	0.03
18	-8.00	6.10	22.00	0.03
19	7.00	6.10	22.00	0.03
20	11.00	6.10	22.00	0.03
21	-9.80	39.30	8.00	3.20
22	-0.00	39.00	14.00	3.17
23	9.80	39.30	8.00	3.20

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	5.75
2	13.00	5.75

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-23301	0	-1	-31862	223	1.367	38.30	25.13	N	
2	0	28584	0	-3	35596	28	1.245	30.47	32.96	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 2 (X=1.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 63.43 cm²
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2210.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 1330604.17 cm⁴; Jy = 124496.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1330604.17 cm⁴; Jeta = 124496.67 cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
Comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-11294	0	0	0	0
2	0	18351	0	0	0	0
3	0	0	0	0	21487	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-9628.262752$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.02271 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.20281 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=18350.60; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 3.51; MxiR= 35171.66; MyiR= 35.99

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=35171.68$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=18350.60$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.9167 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.4653$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0216$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=63.43 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=31.71 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=31.71 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=38.30 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=31.42 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=88.40 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=25.13 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.011372$

Armatura tesa massima : $A_f=38.30 \text{ cm}^2$; $\rho=0.017329$

Armatura tesa minima : $A_f=31.71 \text{ cm}^2$; $\rho=0.014350$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > \rho/2$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=21487.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=338.7580 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=21487.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $5.20 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32 \text{ Kg}$

$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21487.00 \text{ Kg}$
 $VEd < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$VEd=21487.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $bw=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=5.20 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 10.88 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	-4.39
2	-13.00	42.50	3.50
3	13.00	42.50	3.50
4	13.00	-42.50	-4.39

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-1.39
2	-9.00	-10.10	12.00	-1.39
3	8.00	-16.50	20.00	-1.98
4	3.00	-16.50	20.00	-1.98
5	-3.00	-16.50	20.00	-1.98
6	-9.00	-16.50	20.00	-1.98
7	9.00	-38.50	20.00	-4.02
8	3.00	-38.50	20.00	-4.02
9	-3.00	-38.50	20.00	-4.02
10	-9.00	-38.50	20.00	-4.02
11	-3.00	-10.70	14.00	-1.44
12	4.00	-10.70	14.00	-1.44
13	-9.80	39.30	8.00	3.20
14	0.00	-10.70	14.00	-1.44
15	-8.00	6.10	22.00	0.12
16	-5.00	6.10	22.00	0.12
17	-2.00	6.10	22.00	0.12
18	9.80	39.30	8.00	3.20
19	-11.00	6.10	22.00	0.12
20	2.00	6.10	22.00	0.12
21	5.00	6.10	22.00	0.12
22	8.00	6.10	22.00	0.12
23	11.00	6.10	22.00	0.12

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	4.81
2	13.00	4.81

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
Cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-11294	0	-2	-30002	-30	2.657	38.30	25.13	N	
2	0	18351	0	4	35172	36	1.917	32.01	31.42	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 3 (X=3.03m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 33.02$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2210.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17$ cm^4 ; $J_y = 124496.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17$ cm^4 ; $J_{eta} = 124496.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	3581	0	0	0	0
2	0	0	0	0	22777	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-2683.404639$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.38804 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.22788 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=3581.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= -1.26$; $M_{xiR}= 35023.49$; $M_{yiR}= 39.99$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=35023.51; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=3581.00
 Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 9.7804 > 1
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.5081)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0752$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=33.02 cm²; AreaCls=2210.00 cm²)
 Armatura tesa (comb. 2): Aft=16.51 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.45 cm²
 Aft=16.51 cm² > 0.0013•bt•d=2.74 cm²
 con: bt=26.00 cm; d=81.00 cm
 Aftesa max (comb. 1)=32.01 cm² e Afcompr max (comb. 1)=1.01 cm² < 0.04•AreaCls=88.40 cm²
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 Area cls=2210.00 cm², fyk=304.11 MPa
 Armatura compressa minima: Af=1.01 cm²; $\rho_{comp}=0.000455$
 Armatura tesa massima : Af=32.01 cm²; $\rho=0.014485$
 Armatura tesa minima : Af=16.51 cm²; $\rho=0.007470$
 Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 2; Vsu=22777.20 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=689.8390 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)
 VEd=22777.20 Kg; d=81.80 cm; bw=26.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=5.51 cm²/m
 $VR_{cd} = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32$ Kg
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 22777.20$ Kg
 VEd < min(VRsd, VRcd) => **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=22777.20 Kg; d=81.80 cm; bw=26.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=5.51 cm²/m
 $s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 10.26$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	-3.73
2	-13.00	42.50	3.50
3	13.00	42.50	3.50
4	13.00	-42.50	-3.73

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-0.97
2	-9.00	-10.10	12.00	-0.97
3	8.00	-16.50	20.00	-1.52
4	3.00	-16.50	20.00	-1.52
5	-3.00	-16.50	20.00	-1.52
6	-9.00	-16.50	20.00	-1.52
7	9.00	-38.50	20.00	-3.39

8	3.00	-38.50	20.00	-3.39
9	-3.00	-38.50	20.00	-3.39
10	-9.00	-38.50	20.00	-3.39
11	-3.00	-10.00	14.00	-0.96
12	4.00	-10.00	14.00	-0.96
13	-9.80	39.30	8.00	3.23
14	0.00	-10.00	14.00	-0.96
15	9.80	39.30	8.00	3.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	1.34
2	13.00	1.34

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
Cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	3581	0	-1	35023	40	9.780	32.01	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 4 (X=4.00m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 63.43 cm²
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2210.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 1330604.17 cm⁴; Jy = 124496.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1330604.17 cm⁴; Jeta = 124496.67 cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
Comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-13655	0	0	0	0
2	0	12938	0	0	0	0
3	0	0	0	0	24290	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-29960.263542$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.90339 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.99128 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-13654.90$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=-2.13$; $M_{xiR}=-30002.18$; $M_{yiR}=-29.77$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=30002.19$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=13654.90$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.1972 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.3364$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8605$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=63.43 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=31.71 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=31.71 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=38.30 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=31.42 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=88.40 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=25.13 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.011372$

Armatura tesa massima : $A_f=38.30 \text{ cm}^2$; $\rho=0.017329$

Armatura tesa minima : $A_f=31.71 \text{ cm}^2$; $\rho=0.014350$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=24289.70 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=382.9446 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=24289.70 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata= $5.87 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32 \text{ Kg}$

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24289.70 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=24289.70 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=5.87 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=9.63 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	3.50
2	-13.00	42.50	-7.31
3	13.00	42.50	-7.31
4	13.00	-42.50	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-0.62
2	-9.00	-10.10	12.00	-0.62
3	8.00	-16.50	20.00	0.19
4	3.00	-16.50	20.00	0.19
5	-3.00	-16.50	20.00	0.19
6	-9.00	-16.50	20.00	0.19
7	9.00	-38.50	20.00	2.99
8	3.00	-38.50	20.00	2.99
9	-3.00	-38.50	20.00	2.99
10	-9.00	-38.50	20.00	2.99
11	-3.00	-10.70	14.00	-0.54
12	4.00	-10.70	14.00	-0.54
13	-9.80	39.30	8.00	-6.90
14	0.00	-10.70	14.00	-0.54
15	-8.00	6.10	22.00	-2.68
16	-5.00	6.10	22.00	-2.68
17	-2.00	6.10	22.00	-2.68
18	9.80	39.30	8.00	-6.90
19	-11.00	6.10	22.00	-2.68
20	2.00	6.10	22.00	-2.68
21	5.00	6.10	22.00	-2.68
22	8.00	6.10	22.00	-2.68
23	11.00	6.10	22.00	-2.68

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-14.98
2	13.00	-14.98

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
Cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-13655	0	-2	-30002	-30	2.197	38.30	25.13	N	
2	0	12938	0	4	35172	36	2.719	32.01	31.42	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez. 5 (X=5.35m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 68.05$ cm^2
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2210.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17$ cm^4 ; $J_y = 124496.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17$ cm^4 ; $J_{eta} = 124496.67$ cm^4 ;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-33240	0	0	0	0
2	0	21555	0	0	0	0
3	0	0	0	0	26497	0

Combinazioni rare:			
comb	N	Mx	My
1	0	5000	0
2	0	0	-6000

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-25787.692886$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.17029 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.02713 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; $M_{xiS}=-33239.70$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.29; $M_{xiR}=-37510.59$; $M_{yiR}= 217.74$

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=37511.22$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=33239.70$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.1285 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3619$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8924$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=68.05 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=34.02 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=34.02 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=60.88 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=25.13 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=88.40 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=7.16 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.003241$

Armatura tesa massima : $A_f=60.88 \text{ cm}^2$; $\rho=0.027549$

Armatura tesa minima : $A_f=34.02 \text{ cm}^2$; $\rho=0.015395$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=26496.60 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=389.3873 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=26496.60 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.4179$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=6.63 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 26496.60 \text{ Kg}$

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 26496.60 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

VERIFICHE S.L.E.: TENSIONI ($f_{ck} = 166.00 \text{ Kg/cm}^2$)

Comb. rara n.ro 2: Tens. $cls=73.65 < 0.60 \cdot f_{ck} = 99.60 \text{ Kg/cm}^2$

Comb. rara n.ro 2: Tens. acciaio= $-1660.54 > -0.80 \cdot f_{yk} = -2480.00 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=26496.60 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.4179$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=6.63 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 8.53 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	3.50
2	-13.00	42.50	-6.55
3	13.00	42.50	-6.55
4	13.00	-42.50	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$

1	9.00	-10.10	12.00	-0.33
2	-9.00	-10.10	12.00	-0.33
3	8.00	-16.50	20.00	0.43
4	3.00	-16.50	20.00	0.43
5	-3.00	-16.50	20.00	0.43
6	-9.00	-16.50	20.00	0.43
7	9.00	-38.50	20.00	3.03
8	3.00	-38.50	20.00	3.03
9	-3.00	-38.50	20.00	3.03
10	-9.00	-38.50	20.00	3.03
11	-3.00	-10.00	14.00	-0.34
12	4.00	-10.00	14.00	-0.34
13	-11.00	6.10	22.00	-2.25
14	-5.00	6.10	22.00	-2.25
15	4.00	6.10	22.00	-2.25
16	-2.00	6.10	22.00	-2.25
17	1.00	6.10	22.00	-2.25
18	-8.00	6.10	22.00	-2.25
19	7.00	6.10	22.00	-2.25
20	11.00	6.10	22.00	-2.25
21	-9.80	39.30	8.00	-6.17
22	-6.06	39.00	14.00	-6.13
23	-2.02	39.00	14.00	-6.13
24	2.02	39.00	14.00	-6.13
25	6.06	39.00	14.00	-6.13
26	9.80	39.30	8.00	-6.17

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-12.89
2	13.00	-12.89

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-33240	0	0	-37511	218	1.129	42.91	25.13	N	
2	0	21555	0	3	38869	59	1.803	60.88	7.16	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dalle verifiche effettuate si può notare come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica a taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti nonostante l'aggiunta del rinforzo in c.a.. Per questo motivo è stata necessaria l'aggiunta delle fasce di acciaio laterali.

5.1.1.3.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 26496.6 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio massimo}$$

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 13248.3 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio agente sulla fascia}$$

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2 \quad \text{area resistente al taglio}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg} \quad \text{taglio resistente}$$

dove:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,58 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

5.1.1.3.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fasce di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo ai casi precedentemente affrontati (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul perforo}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 1.98 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 50.5 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo dei fori}$$

Le perforazioni armate saranno posizionate ad un interasse di 50 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.3.3 Verifica degli ancoraggi di acciaio necessari per l'adesione tra le strutture di rinforzo e quella esistente entrambe in c.a.

L'adesione tra la struttura esistente ed il rinforzo in c.a. sarà valutata in maniera analoga al caso appena descritto. Anche in questo caso per le perforazioni armate saranno utilizzate barre di acciaio filettate di tipo 8.8 di diametro pari a 18 mm.

Quindi si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 K_p = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 35158.1 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 5.3$$

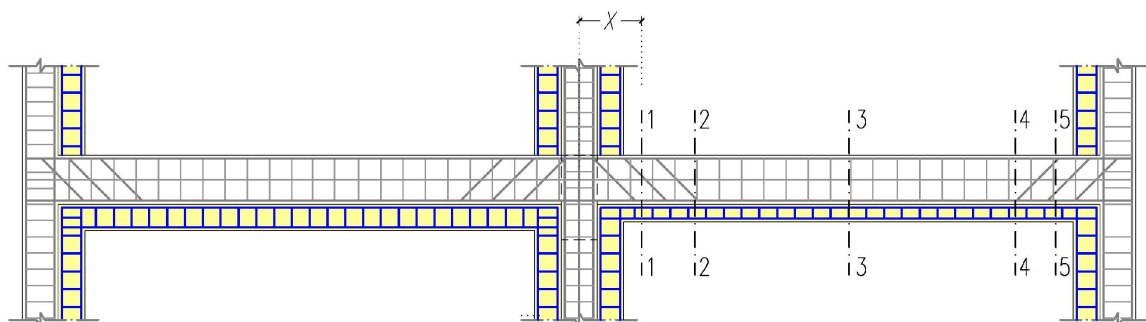
Numero fori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 101.9 \text{ cm}$$

Interasse minimo dei fori

Le perforazioni armate quindi verranno effettuate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.4 Trave N° 5-11



La trave di cui si tratta (B=26 cm; H=55 cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18\text{mm}$ e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250mm.

Sez. 1 (X=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 64.81$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm^4 ; $J_y = 109850.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 109850.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-24410	0	0	0	0
2	0	14624	0	0	0	0
3	0	0	0	0	19930	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-390.180644$; $b=-1961.570561$; $c=-26866.970110$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.67204 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.95936 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-24409.90; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 2.26; MxiR= -28592.02; MyiR= -216.92

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=28592.84; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=24409.90

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.1714 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.3441)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8701$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=64.81 cm²; AreaCls=1950.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): AfT=32.41 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.05 cm²

AfT=32.41 cm² > 0.0013•bt•d=2.42 cm²

con: bt=26.00 cm; d=71.60 cm

Aftesa max (comb. 2)=57.65 cm² e Afcompr max (comb. 1)=26.11 cm² < 0.04•AreaCls=78.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=7.16 cm²; $\rho_{comp}=0.003673$

Armatura tesa massima : Af=57.65 cm²; $\rho=0.029563$

Armatura tesa minima : Af=32.41 cm²; $\rho=0.016618$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=19930.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=307.5093 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=19930.00 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=5.47 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 22802.57$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 19930.00$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=19930.00 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=5.47 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 10.34$ cm

Per le travi: Ast= $0.15 \cdot bw = 0.15 \cdot 26.00 = 3.90$ cm²/m

$s \leq N_b \cdot A_{1s} / A_{st} = 14.50 \text{ cm}$
 $s \leq 0.8 \cdot h_{\text{utile}} = 0.8 \cdot 72.10 = 57.68 \text{ cm}$
 $s \leq 33 \text{ cm}$

Armatura staffe adottata: $A_s = 5.47 \text{ cm}^2/\text{m}$ -> 1Ø6 a 2 bracci ogni 10.34 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	3.50
2	-13.00	37.50	-6.45
3	13.00	37.50	-7.13
4	13.00	-37.50	2.81

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	0.00	-16.00	14.00	0.31
2	10.00	-15.60	12.00	-0.01
3	3.00	-15.70	14.00	0.19
4	-4.00	-15.70	14.00	0.37
5	-10.00	-15.60	12.00	0.52
6	10.00	-20.90	18.00	0.69
7	3.00	-20.90	18.00	0.88
8	-3.00	-20.90	18.00	1.03
9	-9.00	-20.90	18.00	1.19
10	9.60	-34.10	18.00	2.45
11	3.20	-34.10	18.00	2.62
12	-3.20	-34.10	18.00	2.79
13	-9.60	-34.10	18.00	2.96
14	-11.00	0.00	22.00	-1.53
15	-8.00	0.00	22.00	-1.61
16	-5.00	0.00	22.00	-1.68
17	-2.00	0.00	22.00	-1.76
18	1.00	0.00	22.00	-1.84
19	4.00	0.00	22.00	-1.92
20	7.00	0.00	22.00	-2.00
21	10.00	0.00	22.00	-2.08
22	-10.10	34.60	8.00	-6.14
23	-6.24	34.30	14.00	-6.20
24	-2.08	34.30	14.00	-6.31
25	2.08	34.30	14.00	-6.42
26	6.24	34.30	14.00	-6.53
27	10.10	34.60	8.00	-6.67

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-11.11
2	13.00	-16.28

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-24410	0	2	-28592	-217	1.171	38.70	26.11	N	
2	0	14624	0	0	33831	44	2.313	57.65	7.16	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez. 2 (X=1.65 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 26.00$ cm; Base (cm):: $H = 75.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 58.65$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm^4 ; $J_y = 109850.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 109850.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-13001	0	0	0	0
2	0	11141	0	0	0	0
3	0	0	0	0	18433	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-32597.645275$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -8.11972 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.91650 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-13001.10$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= -1.31$; $M_{xiR}= -21330.14$; $M_{yiR}= 22.41$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=21330.16$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=13001.10$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.6406 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3012$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8165$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=58.65 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)} = 57.65 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 21.49 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls} = 78.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000516$

Armatura tesa massima : $A_f=57.65 \text{ cm}^2$; $\rho=0.029563$

Armatura tesa minima : $A_f=29.33 \text{ cm}^2$; $\rho=0.015039$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=18432.60 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=314.2624 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=18432.60 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $Asw/s \text{ progettata}=5.06 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57 \text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 18432.60 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{ls}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=18432.60 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=5.06 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{ls} / Asw = 11.18 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	3.50
2	-13.00	37.50	-8.22
3	13.00	37.50	-8.62
4	13.00	-37.50	3.10

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	0.00	-16.00	14.00	-0.06
2	10.00	-15.60	12.00	-0.28
3	3.00	-15.70	14.00	-0.15
4	-4.00	-15.70	14.00	-0.04
5	-10.00	-15.60	12.00	0.03
6	10.00	-20.90	18.00	0.55
7	3.00	-20.90	18.00	0.66
8	-3.00	-20.90	18.00	0.75
9	-9.00	-20.90	18.00	0.85
10	9.60	-34.10	18.00	2.62
11	3.20	-34.10	18.00	2.72
12	-3.20	-34.10	18.00	2.82

13	-9.60	-34.10	18.00	2.92
14	-11.00	0.00	22.00	-2.39
15	-8.00	0.00	22.00	-2.44
16	-5.00	0.00	22.00	-2.48
17	-2.00	0.00	22.00	-2.53
18	1.00	0.00	22.00	-2.57
19	4.00	0.00	22.00	-2.62
20	7.00	0.00	22.00	-2.67
21	10.00	0.00	22.00	-2.71
22	-10.10	34.60	8.00	-7.81
23	10.10	34.60	8.00	-8.12

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-15.10
2	13.00	-17.66

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-13001	0	-1	-21330	22	1.641	37.17	21.49	N	
2	0	11141	0	2	29298	-11	2.630	57.65	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 3 (X=3.03m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 58.65 cm²
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1950.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 914062.50 cm⁴; Jy = 109850.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 109850.00 \text{ cm}^4$;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	6027	0	0	0	0
2	0	0	0	0	16431	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-778.610201$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.25277 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.22649 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=6027.20$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= 2.23$; $M_{xiR}= 29298.28$; $M_{yiR}= -11.08$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=29298.28$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=6027.20$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 4.8610 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.5183$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0879$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=58.65 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}}$ (comb. 1)= 57.65 cm^2 e $A_{fcompr \text{ max}}$ (comb. 1)= $1.01 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=78.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000516$

Armatura tesa massima : $A_f=57.65 \text{ cm}^2$; $\rho=0.029563$

Armatura tesa minima : $A_f=29.33 \text{ cm}^2$; $\rho=0.015039$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\emptyset \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=16431.30 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=280.1417 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=16431.30 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $4.51 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VRcd = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57 \text{ Kg}$
 $VRsd = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 16431.30 \text{ Kg}$
 $VEd < \min(VRsd, VRcd) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=16431.30 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, cot(θ)=2.5000

da $VEd = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s = 4.51 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 12.54 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-13.00	-37.50	-3.57
2	-13.00	37.50	3.50
3	13.00	37.50	3.50
4	13.00	-37.50	-3.57

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	0.00	-16.00	14.00	-1.55
2	10.00	-15.60	12.00	-1.51
3	3.00	-15.70	14.00	-1.52
4	-4.00	-15.70	14.00	-1.52
5	-10.00	-15.60	12.00	-1.51
6	10.00	-20.90	18.00	-2.01
7	3.00	-20.90	18.00	-2.01
8	-3.00	-20.90	18.00	-2.01
9	-9.00	-20.90	18.00	-2.01
10	9.60	-34.10	18.00	-3.25
11	3.20	-34.10	18.00	-3.25
12	-3.20	-34.10	18.00	-3.25
13	-9.60	-34.10	18.00	-3.25
14	-11.00	0.00	22.00	-0.04
15	-8.00	0.00	22.00	-0.04
16	-5.00	0.00	22.00	-0.04
17	-2.00	0.00	22.00	-0.04
18	1.00	0.00	22.00	-0.04
19	4.00	0.00	22.00	-0.04
20	7.00	0.00	22.00	-0.04
21	10.00	0.00	22.00	-0.04
22	-10.10	34.60	8.00	3.23
23	10.10	34.60	8.00	3.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	0.39
2	13.00	0.39

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)										
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)	
1	0	6027	0	2	29298	-11	4.861	57.65	1.01	N

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez. 4 (X=4.40 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 26.00$ cm; Base (cm):: $H = 75.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 58.65$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm^4 ; $J_y = 109850.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 109850.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-9020	0	0	0	0
2	0	14944	0	0	0	0
3	0	0	0	0	15103	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-778.610201$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.25277 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.22649 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=14943.90$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= 2.23$; $M_{xiR}= 29298.28$; $M_{yiR}= -11.08$

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=29298.28$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=14943.90$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.9606 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.5183$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0879$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=58.65 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$
 con: $b=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=57.65 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=21.49 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=78.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000516$
 Armatura tesa massima : $A_f=57.65 \text{ cm}^2$; $\rho=0.029563$
 Armatura tesa minima : $A_f=29.33 \text{ cm}^2$; $\rho=0.015039$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su}=15103.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=257.4951 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=15103.00 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata= $4.14 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57 \text{ Kg}$
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 15103.00 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=15103.00 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=4.14 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 13.64 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	-3.57
2	-13.00	37.50	3.50
3	13.00	37.50	3.50
4	13.00	-37.50	-3.57

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	0.00	-16.00	14.00	-1.55
2	10.00	-15.60	12.00	-1.51
3	3.00	-15.70	14.00	-1.52
4	-4.00	-15.70	14.00	-1.52
5	-10.00	-15.60	12.00	-1.51
6	10.00	-20.90	18.00	-2.01

7	3.00	-20.90	18.00	-2.01
8	-3.00	-20.90	18.00	-2.01
9	-9.00	-20.90	18.00	-2.01
10	9.60	-34.10	18.00	-3.25
11	3.20	-34.10	18.00	-3.25
12	-3.20	-34.10	18.00	-3.25
13	-9.60	-34.10	18.00	-3.25
14	-11.00	0.00	22.00	-0.04
15	-8.00	0.00	22.00	-0.04
16	-5.00	0.00	22.00	-0.04
17	-2.00	0.00	22.00	-0.04
18	1.00	0.00	22.00	-0.04
19	4.00	0.00	22.00	-0.04
20	7.00	0.00	22.00	-0.04
21	10.00	0.00	22.00	-0.04
22	-10.10	34.60	8.00	3.23
23	10.10	34.60	8.00	3.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	0.39
2	13.00	0.39

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-9020	0	-1	-21330	22	2.365	37.17	21.49	N	
2	0	14944	0	2	29298	-11	1.961	57.65	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 5 (X=5.35 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 58.65 cm²
Copri ferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$
Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50 \text{ cm}^4$; $J_y = 109850.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 109850.00 \text{ cm}^4$;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-18515	0	0	0	0
2	0	21327	0	0	0	0
3	0	0	0	0	17107	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-31501.005443$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.84080 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.93050 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-18514.90$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.25$; $M_{xiR} = -23160.67$; $M_{yiR} = 29.05$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 23160.69$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 18514.90$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.2509 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3086$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8258$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=58.65 \text{ cm}^2$; $A_{fCls}=1950.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=29.33 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$

con: $b=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$

$A_{ftes} \text{ max (comb. 2)} = 56.11 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 1)} = 23.03 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{fCls} = 78.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$A_{fCls}=1950.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.54 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001305$

Armatura tesa massima : $A_f=56.11 \text{ cm}^2$; $\rho=0.028774$

Armatura tesa minima : $A_f=29.33 \text{ cm}^2$; $\rho=0.015039$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=17106.90$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=291.6602 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)
 $V_{Ed}=17106.90$ Kg; $d=72.10$ cm; $b_w=26.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 4.69 cm²/m
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57$ Kg
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 17106.90$ Kg
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)
 $V_{Ed}=17106.90$ Kg; $d=72.10$ cm; $b_w=26.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.69$ cm²/m
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw}=12.05$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	3.50
2	-13.00	37.50	-7.94
3	13.00	37.50	-8.33
4	13.00	-37.50	3.11

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-0.00	34.00	14.00	-7.60
2	10.00	-15.60	12.00	-0.18
3	3.00	-15.70	14.00	-0.06
4	-4.00	-15.70	14.00	0.04
5	-10.00	-15.60	12.00	0.12
6	10.00	-20.90	18.00	0.62
7	3.00	-20.90	18.00	0.73
8	-3.00	-20.90	18.00	0.82
9	-9.00	-20.90	18.00	0.91
10	9.60	-34.10	18.00	2.64
11	3.20	-34.10	18.00	2.74
12	-3.20	-34.10	18.00	2.83
13	-9.60	-34.10	18.00	2.93
14	-11.00	0.00	22.00	-2.25
15	-8.00	0.00	22.00	-2.29
16	-5.00	0.00	22.00	-2.34
17	-2.00	0.00	22.00	-2.38
18	1.00	0.00	22.00	-2.43
19	4.00	0.00	22.00	-2.47
20	7.00	0.00	22.00	-2.52
21	10.00	0.00	22.00	-2.56
22	-10.10	34.60	8.00	-7.54
23	10.10	34.60	8.00	-7.84

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-14.55
2	13.00	-17.11

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " " sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes= $f_{cd} \cdot A_{cl} \cdot 0.65=99359$ Kg)

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)	
1	0	-18515	0	-0	-23161	29	1.251	35.63	23.03	N
2	0	21327	0	-1	29818	16	1.398	56.11	2.54	N
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU										

Dalle verifiche effettuate si può notare come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica a taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti.

Tali verifiche vengono soddisfatte rinforzando le travi con fasce di acciaio S275 di altezza pari a 250 mm applicate lungo le superfici laterali.

5.1.1.4.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 19930 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 13248.3 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy} f_{yk}}{\gamma_s \sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg}$$

taglio resistente

dove:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,44 < 1$$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

5.1.1.4.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo ai casi precedentemente affrontati (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul perforo}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 1.49 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 67.11 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo perfori}$$

I perfori saranno posizionati ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.4.3 Verifica degli ancoraggi di acciaio necessari per l'adesione tra le strutture di rinforzo e quella esistenti entrambe in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 35158.1 Kg.

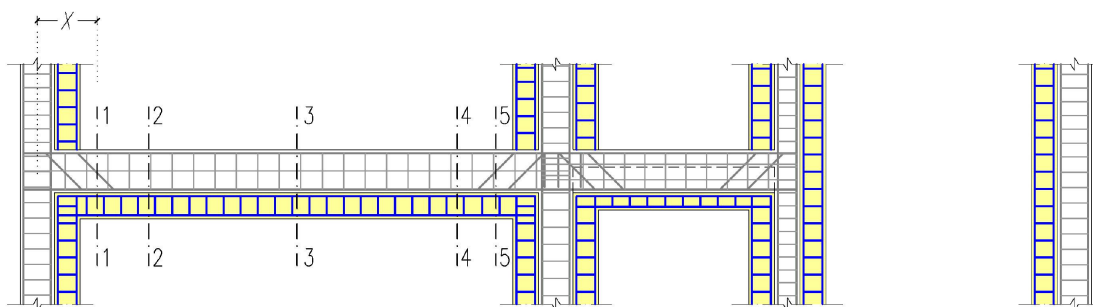
Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 5.3 \quad \text{Numero perfori lungo la trave}$$

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.95 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo perfori}$$

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.5 Trave N° 3 – 7



La trave di cui si tratta ($B=30$ cm; $H=50$ cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250mm.

Sez. 1 ($X=0.7$ m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 80.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 66.22$ cm²
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00$ cm⁴; $J_y = 180000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 180000.00 \text{ cm}^4$;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-15311	0	0	0	0
2	0	27614	0	0	0	0
3	0	0	0	0	19189	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):
 Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-10597.637519$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.18562 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.16716 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=27613.90$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR = -2.80$; $M_{xiR} = 36057.43$; $M_{yiR} = -94.19$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 36057.55$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 27613.90$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.3058 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4554$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0092$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=66.22 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=33.11 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=33.11 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}}$ (comb. 2)= 60.63 cm^2 e $A_{fcompr \text{ max}}$ (comb. 1)= $25.13 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=96.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=5.59 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.002330$

Armatura tesa massima : $A_f=60.63 \text{ cm}^2$; $\rho=0.025264$

Armatura tesa minima : $A_f=33.11 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013797$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=19189.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=289.7556 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=19189.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 19189.00 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=19189.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.95 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 11.42 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	-4.57
2	-15.00	40.00	3.50
3	15.00	40.00	3.50
4	15.00	-40.00	-4.57

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.36
2	0.00	-8.30	16.00	-1.37
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.36
4	11.00	-13.50	20.00	-1.90
5	4.00	-13.50	20.00	-1.90
6	-4.00	-13.50	20.00	-1.90
7	-11.00	-13.50	20.00	-1.90
8	11.20	-36.20	20.00	-4.19
9	3.73	-36.20	20.00	-4.19
10	-3.73	-36.20	20.00	-4.19
11	-11.70	36.70	10.00	3.17
12	-7.56	36.40	16.00	3.14
13	-11.20	36.20	20.00	-4.19
14	-8.00	3.60	22.00	-0.17
15	-11.00	3.60	22.00	-0.17
16	6.96	36.40	16.00	3.14
17	11.70	36.70	10.00	3.17
18	-5.00	3.60	22.00	-0.17
19	-1.00	3.60	22.00	-0.17
20	3.00	3.60	22.00	-0.17
21	6.00	3.60	22.00	-0.17
22	9.00	3.60	22.00	-0.17
23	12.00	3.60	22.00	-0.17

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	5.30
2	15.00	5.30

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd*Acls*0.65=122288 Kg)										
V: verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)	
1	0	-15311	0	2	-32480	73	2.121	41.09	25.13	N
2	0	27614	0	-3	36057	-94	1.306	60.63	5.59	N

Sez. 2 (X=1.65m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$; $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 64.21$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00$ cm^4 ; $J_y = 180000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 180000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-8366	0	0	0	0
2	0	16911	0	0	0	0
3	0	0	0	0	19754	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-7305.114602$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.83752 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.18223 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; $M_{xiS}=16911.30$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.41; $M_{xiR}=33846.70$; $M_{yiR}=-47.15$

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=33846.73$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=16911.30$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.0014 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4770$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0363$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=64.21 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=32.11 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=32.11 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=62.64 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=21.99 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=96.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000654$
 Armatura tesa massima : $A_f=62.64 \text{ cm}^2$; $\rho=0.026101$
 Armatura tesa minima : $A_f=32.11 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013378$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su}=19753.50 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=307.6191 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=19753.50 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $5.10 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 19753.50 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=19753.50 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=5.10 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 11.10 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	-4.20
2	-15.00	40.00	3.50
3	15.00	40.00	3.50
4	15.00	-40.00	-4.20

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.14
2	-5.00	-8.30	16.00	-1.15
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.14
4	11.00	-13.50	20.00	-1.65
5	4.00	-13.50	20.00	-1.65

6	-4.00	-13.50	20.00	-1.65
7	-11.00	-13.50	20.00	-1.65
8	11.20	-36.20	20.00	-3.84
9	3.73	-36.20	20.00	-3.84
10	-3.73	-36.20	20.00	-3.84
11	-11.70	36.70	10.00	3.18
12	-11.20	-36.20	20.00	-3.84
13	-8.00	3.60	22.00	-0.01
14	-11.00	3.60	22.00	-0.01
15	6.00	-8.30	16.00	-1.15
16	11.70	36.70	10.00	3.18
17	-5.00	3.60	22.00	-0.01
18	-1.00	3.60	22.00	-0.01
19	3.00	3.60	22.00	-0.01
20	6.00	3.60	22.00	-0.01
21	9.00	3.60	22.00	-0.01
22	12.00	3.60	22.00	-0.01

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	3.65
2	15.00	3.65

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-8366	0	-0	-28098	63	3.359	42.22	21.99	N	
2	0	16911	0	0	33847	-47	2.001	62.64	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez. 3 (X=3.03m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 64.21 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 6 \text{ mm}$

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$

Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 180000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 180000.00 \text{ cm}^4$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-1603	0	0	0	0
2	0	0	0	0	20590	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-25941.245866$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -174.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.26143 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.98636 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-1603.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.05$; $M_{xiR} = -28097.77$; $M_{yiR} = 63.49$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 28097.84$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 1603.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 17.5283 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3586$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8882$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=64.21 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=32.11 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.79 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=32.11 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.01 \text{ cm}^2$

con: $b_t=29.33 \text{ cm}$; $d=78.95 \text{ cm}$

$A_{ftes} \text{ max (comb. 1)} = 42.22 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 1)} = 21.99 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cls} = 96.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$A_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=21.99 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.009163$

Armatura tesa massima : $A_f=42.22 \text{ cm}^2$; $\rho=0.017593$

Armatura tesa minima : $A_f=32.11 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013378$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=20590.00$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=320.6458 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)
 $V_{Ed}=20590.00$ Kg; $d=76.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 5.31 cm²/m
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28$ Kg
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20590.00$ Kg
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)
 $V_{Ed}=20590.00$ Kg; $d=76.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=5.31$ cm²/m
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 10.65$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.14
2	-15.00	40.00	-6.71
3	15.00	40.00	-6.34
4	15.00	-40.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-0.46
2	-5.00	-8.30	16.00	-0.64
3	-11.00	-8.20	14.00	-0.73
4	11.00	-13.50	20.00	0.19
5	4.00	-13.50	20.00	0.11
6	-4.00	-13.50	20.00	0.01
7	-11.00	-13.50	20.00	-0.08
8	11.20	-36.20	20.00	2.99
9	3.73	-36.20	20.00	2.90
10	-3.73	-36.20	20.00	2.81
11	-11.70	36.70	10.00	-6.26
12	-11.20	-36.20	20.00	2.71
13	-8.00	3.60	22.00	-2.14
14	-11.00	3.60	22.00	-2.18
15	6.00	-8.30	16.00	-0.51
16	11.70	36.70	10.00	-5.98
17	-5.00	3.60	22.00	-2.11
18	-1.00	3.60	22.00	-2.06
19	3.00	3.60	22.00	-2.01
20	6.00	3.60	22.00	-1.97
21	9.00	3.60	22.00	-1.94
22	12.00	3.60	22.00	-1.90

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-14.51
2	15.00	-11.56

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " " sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes= $f_{cd} \cdot A_{cls} \cdot 0.65=122288$ Kg)

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)	
1	0	-1603	0	-0	-28098	63	17.528	42.22	21.99	N
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU										

Sez. 4 (X=4.40m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2
 fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020
 Acciaio barre:
 fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u =0.0100; k=1.00
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 64.21 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2400.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 1280000.00 cm⁴; Jy = 180000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1280000.00 cm⁴; Jeta = 180000.00 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-17568	0	0	0	0
2	0	15346	0	0	0	0
3	0	0	0	0	22011	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=196.034281; b=-1990.369453; c=-25941.245866
 Angolo asse neutro-asse x : α = -174.37500 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : ϵ_c = 3.50000 / 1000
 Deformazione massima acciaio : ϵ_f = -6.26143 / 1000
 Deformazione minima acciaio : ϵ_f = 2.98636 / 1000

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-17567.90; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NR= -0.05; MxiR= -28097.77; MyiR= 63.49

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=28097.84$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=17567.90$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.5994 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3586$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8882$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($Af_{Tot}=64.21 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $Aft=32.11 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$
 $Aft=32.11 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$
 $Aft_{tesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=62.64 \text{ cm}^2$ e $Af_{compr \text{ max}} (\text{comb. 1})=21.99 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=96.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $Af=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000654$
 Armatura tesa massima : $Af=62.64 \text{ cm}^2$; $\rho=0.026101$
 Armatura tesa minima : $Af=32.11 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013378$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su}=22010.90 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/Af=342.7733 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=22010.90 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata= $5.68 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28 \text{ Kg}$
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 22010.90 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=22010.90 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=5.68 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 9.96 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.14
2	-15.00	40.00	-6.71
3	15.00	40.00	-6.34
4	15.00	-40.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-0.46
2	-5.00	-8.30	16.00	-0.64
3	-11.00	-8.20	14.00	-0.73

4	11.00	-13.50	20.00	0.19
5	4.00	-13.50	20.00	0.11
6	-4.00	-13.50	20.00	0.01
7	-11.00	-13.50	20.00	-0.08
8	11.20	-36.20	20.00	2.99
9	3.73	-36.20	20.00	2.90
10	-3.73	-36.20	20.00	2.81
11	-11.70	36.70	10.00	-6.26
12	-11.20	-36.20	20.00	2.71
13	-8.00	3.60	22.00	-2.14
14	-11.00	3.60	22.00	-2.18
15	6.00	-8.30	16.00	-0.51
16	11.70	36.70	10.00	-5.98
17	-5.00	3.60	22.00	-2.11
18	-1.00	3.60	22.00	-2.06
19	3.00	3.60	22.00	-2.01
20	6.00	3.60	22.00	-1.97
21	9.00	3.60	22.00	-1.94
22	12.00	3.60	22.00	-1.90

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-14.51
2	15.00	-11.56

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-17568	0	-0	-28098	63	1.599	42.22	21.99	N	
2	0	15346	0	0	33847	-47	2.206	62.64	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez. 5 (X=5.35m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 67.01 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 6 \text{ mm}$

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 180000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 180000.00 \text{ cm}^4$;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-31089	0	0	0	0
2	0	15346	0	0	0	0
3	0	0	0	0	22011	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-23339.892076$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.83261 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 3.00893 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-31089.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= 0.60$; $M_{xiR}=-33355.52$; $M_{yiR}=-139.87$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=\text{cost.}$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=33355.81$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=31089.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.0729 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3750$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.9088$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=67.01 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=33.51 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=33.51 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=60.63 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=25.13 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cls}=96.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 2400.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=6.38 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.002657$

Armatura tesa massima : $A_f=60.63 \text{ cm}^2$; $\rho=0.025264$

Armatura tesa minima : $A_f=33.51 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013960$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=22011.00$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=328.4725 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=22011.00$ Kg; $d=76.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 5.68 cm²/m

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 27989.28$ Kg

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 22011.00$ Kg

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=22011.00$ Kg; $d=76.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=5.68$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 9.96$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.50
2	-15.00	40.00	-5.91
3	15.00	40.00	-6.26
4	15.00	-40.00	3.15

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-0.54
2	-3.00	-8.30	16.00	-0.37
3	-11.00	-8.20	14.00	-0.29
4	11.00	-13.50	20.00	0.08
5	4.00	-13.50	20.00	0.16
6	-4.00	-13.50	20.00	0.25
7	-11.00	-13.50	20.00	0.34
8	11.20	-36.20	20.00	2.75
9	3.73	-36.20	20.00	2.84
10	-3.73	-36.20	20.00	2.92
11	-11.20	-36.20	20.00	3.01
12	-12.00	3.60	22.00	-1.66
13	-6.00	3.60	22.00	-1.73
14	-3.00	3.60	22.00	-1.77
15	1.00	3.60	22.00	-1.81
16	8.00	3.60	22.00	-1.90
17	4.00	3.60	22.00	-1.85
18	-9.00	3.60	22.00	-1.70
19	12.00	3.60	22.00	-1.94
20	-11.70	36.70	10.00	-5.56
21	-6.15	36.70	10.00	-5.63
22	-0.30	36.40	16.00	-5.66
23	5.85	36.40	16.00	-5.73
24	11.70	36.70	10.00	-5.83

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-10.25
2	15.00	-13.20

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg) V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-31089	0	1	-33356	-140	1.073	41.88	25.13	N	
2	0	15346	0	-0	36612	353	2.386	60.63	6.38	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Come nei casi precedenti si nota come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica a taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti nonostante l'aggiunta del rinforzo in c.a..

Per questo motivo è stata necessaria l'aggiunta delle fasce di acciaio laterali.

5.1.1.5.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 22010.9 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 11005.5 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy} f_{yk}}{\gamma_s \sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg}$$

taglio resistente

dove:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,49 < 1$$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

5.1.1.5.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo ai casi precedentemente affrontati (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul perforo}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 1.64 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 61 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo perfori}$$

I perfori saranno posizionati ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.5.3 Verifica degli ancoraggi di acciaio necessari per l'adesione tra le strutture di rinforzo e quella esistenti entrambe in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 26138.4 Kg.

Quindi:

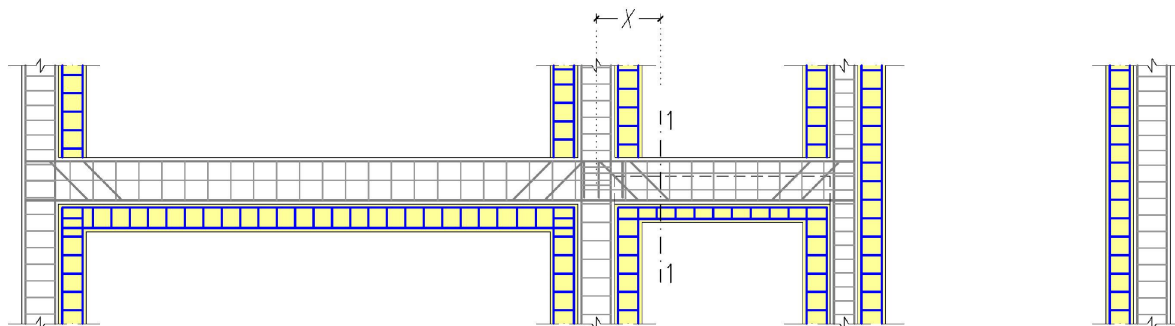
$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 3.9 \quad \text{Numero perfori lungo la trave}$$

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 1.29 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo perfori}$$

Le perforazioni armate saranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.6 Trave N° 7-9

La trave oggetto dell'intervento, di sezione ad L ($B=60$ cm; $H=50$ cm; $b=30$ cm; $h=20$ cm), sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250 mm.



Per la verifica è stata presa in considerazione solo la sezione più sollecitata.

Sez. 1 ($X=0.7$ m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: Ba = 30.00 cm; Altezza tot.: H=70.00 cm
 Larghezza ala: ba = 60.00 cm; Spessore ala: sa=20.00 cm
 Rotazione: rot = 180.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 50.20 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2700.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 1169166.67 cm⁴; Jy = 622500.00 cm⁴; Jxy = -350000.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1339917.91 cm⁴; Jeta = 451748.76 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = 0.45$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-8480	0	0	0	0
2	0	8560	0	0	0	0
3	0	0	0	0	15228	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: a=-196.034281; b=-1990.369453; c=-44311.432849
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -9.18888 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.74431 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-7621.39; MyiS=-3718.18; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -1.12; MxiR= -17101.75; MyiR= -8289.91

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=19005.06; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=8480.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 2.2412 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2758$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7848$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=50.20 cm²; AreaCls=2700.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=25.10 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.96 cm²

Aft=25.10 cm² > 0.0013•bt•d=3.15 cm²

con: bt=34.71 cm; d=69.75 cm

Aftesa max (comb. 2)=40.46 cm² e Afcompr max (comb. 1)=20.36 cm² < 0.04•AreaCls=108.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2700.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=9.74 cm²; $\rho_{comp} = 0.003607$

Armatura tesa massima : Af=40.46 cm²; $\rho = 0.014987$

Armatura tesa minima : $A_f=25.10 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009297$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=15228.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=303.3306 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=9372.81 \text{ Kg}$; $d=85.81 \text{ cm}$; $b_w=10.96 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, A_{sw}/s progettata= $2.16 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 11434.96 \text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 9372.81 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=9372.81 \text{ Kg}$; $d=85.81 \text{ cm}$; $b_w=10.96 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=2.16 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=26.17 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	21.67	29.44	-9.86
2	21.67	-40.56	2.96
3	-8.33	-40.56	3.50
4	-8.33	9.44	-5.66
5	-38.33	9.44	-5.11
6	-38.33	29.44	-8.78

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	18.17	-19.00	14.00	-0.93
2	9.00	-18.70	14.00	-0.81
3	-4.83	-19.00	14.00	-0.51
4	-35.23	26.00	6.00	-8.20
5	18.57	12.00	6.00	-6.61
6	-5.00	26.14	10.00	-8.77
7	17.97	-25.00	18.00	0.18
8	10.00	-25.00	18.00	0.32
9	3.00	-25.00	18.00	0.45
10	-4.63	-25.00	18.00	0.58
11	17.97	-36.86	18.00	2.35
12	10.00	-36.86	18.00	2.49
13	1.00	-36.86	18.00	2.65
14	-4.00	-36.86	18.00	2.74
15	18.00	26.14	10.00	-9.19
16	17.00	-4.46	22.00	-3.57
17	12.00	-4.46	22.00	-3.48
18	8.00	-4.46	22.00	-3.41
19	4.00	-4.46	22.00	-3.33
20	-0.00	-4.46	22.00	-3.26
21	-5.00	-4.46	22.00	-3.17
22	-35.23	12.54	6.00	-5.74

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	21.67	-24.40
2	-8.33	-21.44

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=137574 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-7621	-3718	-1	-17102	-8290	2.241	29.85	20.36	N	
2	0	7693	3753	-1	26746	12962	3.472	40.46	9.74	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si puo' notare come le verifiche a flessione e al taglio risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.5.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 15227.7 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 7613.5 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_v = 20 \times 0.60 \times 2 = 24 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 36290.5 \text{ Kg}$$

taglio resistente

dove:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0.42 < 1$$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

5.1.1.5.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fasce di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo ai casi precedentemente affrontati (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul perforo}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 1.13 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 88 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo perfori}$$

I perfori saranno posizionati ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.5.3 Verifica degli ancoraggi di acciaio necessari per l'adesione tra le strutture di rinforzo e quella esistenti entrambe in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 24888 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 3.7 \quad \text{Numero fori lungo la trave}$$

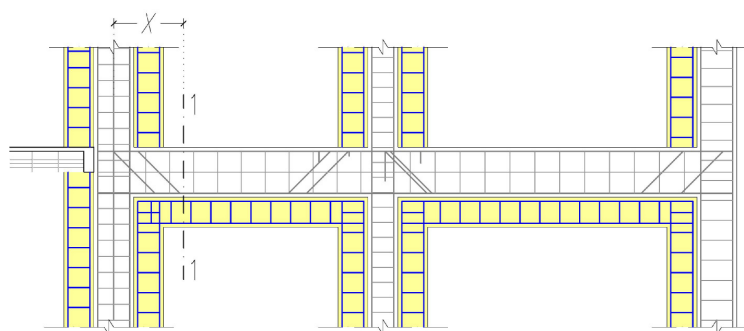
$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.36 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo fori}$$

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 35 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.7 Trave N° 6-8-11

La trave oggetto dell'intervento ($B=30$ cm; $H=50$ cm), sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 250mm.

Per la verifica è stata presa in considerazione la sezione più sollecitata



Sez. 1 ($X=0.7$ m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite ($TorSoll/TorRes$) $\cdot 100=20.00$ %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 80.00$ cm

Rotazione: $rot = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 59.69$ cm^2

Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm

Diametro staffe : $ds = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 180000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 180000.00 \text{ cm}^4$;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-24179	0	0	0	0
2	0	17464	0	0	0	0
3	0	0	0	0	42315	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-27852.683661$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -174.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.61651 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 2.96841 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-24178.60$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR = -1.84$; $M_{xiR} = -27196.04$; $M_{yiR} = -19.48$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 27196.04$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 24178.60$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.1248 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3460$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8725$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=59.69 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=29.85 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=29.85 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$

$A_{ftes} \text{ max (comb. 2)} = 58.68 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 1)} = 15.71 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cls} = 96.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 2400.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000419$

Armatura tesa massima : $A_f=58.68 \text{ cm}^2$; $\rho=0.024452$

Armatura tesa minima : $A_f=29.85 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012435$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=42315.00$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=708.9096 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-15.47
2	15.00	-12.52

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-24179	0	-2	-27196	-19	1.125	43.98	15.71	N	
2	0	17464	0	4	32239	-91	1.846	58.68	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dalle verifiche effettuate si può notare come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica a taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti nonostante l'aggiunta del rinforzo in c.a.. Per questo motivo è stata necessaria l'aggiunta delle fasce di acciaio laterali.

5.1.1.5.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 42315 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio massimo}$$

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 21157.5 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio agente sulla fascia}$$

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2 \quad \text{area resistente al taglio}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{V_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg} \quad \text{taglio resistente}$$

dove:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0.93 < 1$$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

5.1.1.5.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo ai casi precedentemente affrontati (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

Forza di taglio limite sul foro

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 3.16$$

Numero fori al metro

$$i = \frac{100}{N_p} = 32 \text{ cm}$$

Interasse minimo fori

I perfori saranno posizionati ad un interasse di 30 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.1.5.3 Verifica degli ancoraggi di acciaio necessari per l'adesione tra le strutture di rinforzo e quella esistenti entrambe in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 35558 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 5.32$$

Numero fori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.51 \text{ cm}$$

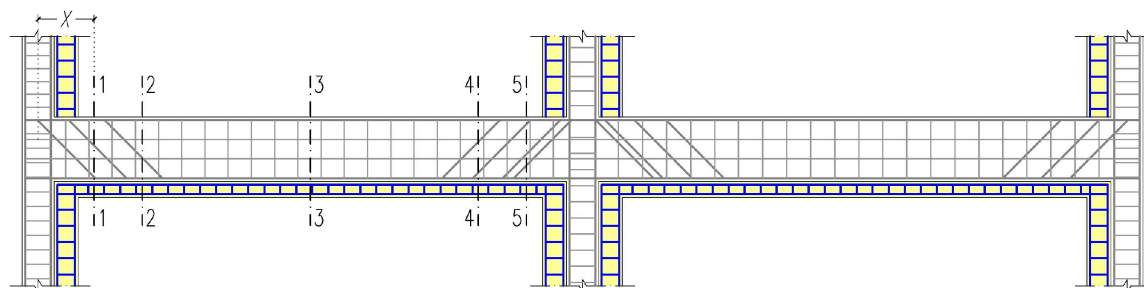
Interasse minimo fori

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 50 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2 Solaio a quota + 5.14 m

Le travi che appartengono al solaio in questione saranno rinforzate, oltre che con elementi aggiunti in c.a., anche con fasce di acciaio di tipo S275 ($s = 6\text{mm}$), di altezza variabile tra 20/25 cm, che si estenderanno per tutta la loro lunghezza o per loro parti.

5.1.2.1 Trave N° 1-2-3 e N° 10-11-12



Le travi di cui si tratta ($B=30\text{ cm}$; $H=80\text{ cm}$) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18\text{mm}$ e con fasce di acciaio S275 da porre sulle superfici laterali e che avranno un'altezza pari a 200mm. Tali fasce saranno poste dove le sollecitazioni raggiungono i valori tali da richiederne la presenza.

La verifica è stata effettuata sulla campata più sollecitata (trave 1-2).

Sez.1 ($x=0.7\text{m}$)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39\text{ Kg/cm}^2$; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yk}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 65.28$ cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gClS} = 0.00$ cm; $Y_{gClS} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm⁴; $J_y = 225000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm⁴; $J_{eta} = 225000.00$ cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-22456	0	0	0	0
2	0	7126	0	0	0	0
3	0	0	0	0	19790	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-54973.778458$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.18854 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.68937 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-22455.50$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.69$; $M_{xiR} = -47861.75$; $M_{yiR} = 25.59$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=47861.76$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=22455.50$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.1314 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2418$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7422$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=65.28$ cm²; $A_{fCls}=3000.00$ cm²)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=32.64$ cm² $> 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 4.74$ cm²

$A_{ft}=32.64$ cm² $> 0.0013 \cdot b \cdot d = 3.77$ cm²

con: $b=30.00$ cm; $d=96.60$ cm

$A_{ftesa\ max}$ (comb. 2)=59.88 cm² e $A_{fcompr\ max}$ (comb. 1)=25.92 cm² $< 0.04 \cdot A_{fCls}=120.00$ cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², f_{yk}=304.11 MPa

Armatura compressa minima: A_f=5.40 cm²; ρ_{comp}=0.001801

Armatura tesa massima : A_f=59.88 cm²; ρ=0.019960

Armatura tesa minima : A_f=32.64 cm²; ρ=0.010880

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre Ø ≥ 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; V_{su}=19790.00 Kg; τ_{maxTr}=V_{su}/A_f=303.1450 < f_{yd}=2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (f_{cd}=78.3900, f_{ctd}=7.59, f_{ck}=166.00 in Kg/cm²)

V_{Ed}=19790.00 Kg; d=96.60 cm; b_w=30.00 cm, α_c=1.0000, cot(θ)=2.5000, A_{sw}/s progettata=4.50 cm²/m

V_{Rcd}= 0.9•b_w•d•α_c•f_{cd}•0.5•(cot(90°)+cot(θ))/(1+cot(θ)²) = 35251.17 Kg

V_{Rsd}= 0.9•d•(A_{sw}/s)•f_{yd}•sin(90°) = 21971.48 Kg

V_{Ed} < min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: N_b=2, Area singola staffa: A_{1s}=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (f_{yd}St=2246.40 Kg/cm²)

V_{Ed}=19790.00 Kg; d=96.60 cm; b_w=30.00 cm, cot(θ)=2.5000

da V_{Ed}=0.9•d•(A_{sw}/s)•f_{yd}•cot(θ) si ottiene: A_{sw}/s=4.05 cm²/m

s= 100•N_b•A_{1s}/A_{sw}= 24.80 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	ε _c x1000
1	-15.00	-50.00	3.19
2	-15.00	50.00	-10.18
3	15.00	50.00	-10.57
4	15.00	-50.00	2.79

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ε _f x1000
1	-11.00	-27.80	16.00	0.17
2	-6.00	-27.80	16.00	0.10
3	-0.00	-27.70	14.00	0.01
4	5.00	-27.70	14.00	-0.06
5	11.00	-27.80	16.00	-0.12
6	11.00	-33.40	18.00	0.63
7	4.00	-33.40	18.00	0.72
8	-4.00	-33.40	18.00	0.83
9	-11.00	-33.40	18.00	0.92
10	11.60	-46.60	18.00	2.38
11	3.87	-46.60	18.00	2.49
12	-3.87	-46.60	18.00	2.59
13	-11.60	-46.60	18.00	2.69
14	-10.00	13.60	22.00	-5.38
15	-6.00	13.60	22.00	-5.43
16	-3.00	13.60	22.00	-5.47
17	8.00	13.60	22.00	-5.61
18	5.00	13.60	22.00	-5.57
19	1.00	13.60	22.00	-5.52
20	-11.10	13.00	22.00	-5.28
21	-6.32	46.40	16.00	-9.81
22	-2.04	46.60	12.00	-9.89
23	2.04	46.60	12.00	-9.95
24	6.12	46.60	12.00	-10.00
25	11.10	14.00	22.00	-5.71

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-26.14
2	15.00	-29.10

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-22456	0	-1	-47862	26	2.131	39.36	25.92	N	
2	0	7126	0	2	51474	129	7.224	59.88	5.40	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.24m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 66.16 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 2500000.00 cm⁴; Jy = 225000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2500000.00 cm⁴; Jeta = 225000.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-14938	0	0	0	0
2	0	9047	0	0	0	0
3	0	0	0	0	18139	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-56587.788757$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.02555 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 2.53523 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-14938.10; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.42; MxiR= -42378.34; MyiR= -45.76

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 42378.36$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 14938.10$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.8369 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2323$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7303$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=66.16 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=3000.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=33.08 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 4.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=33.08 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.77 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=96.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 41.78 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 2)} = 32.67 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls} = 120.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=3000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=24.38 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.008126$

Armatura tesa massima : $A_f=41.78 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013928$

Armatura tesa minima : $A_f=33.08 \text{ cm}^2$; $\rho=0.011027$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=18139.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=274.1606 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=18139.00 \text{ Kg}$; $d=96.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17 \text{ Kg}$

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21971.48 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=18139.00 \text{ Kg}$; $d=96.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=3.72 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 27.06 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	3.03
2	-15.00	50.00	-10.10
3	15.00	50.00	-10.49
4	15.00	-50.00	2.64

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	0.06
2	-6.00	-27.80	16.00	-0.01
3	-0.00	-27.70	14.00	-0.10
4	5.00	-27.70	14.00	-0.16
5	11.00	-27.80	16.00	-0.23
6	11.00	-33.40	18.00	0.51
7	4.00	-33.40	18.00	0.60
8	-4.00	-33.40	18.00	0.70
9	-11.00	-33.40	18.00	0.79
10	11.60	-46.60	18.00	2.24
11	3.87	-46.60	18.00	2.34
12	-3.87	-46.60	18.00	2.44
13	-11.60	-46.60	18.00	2.54
14	-10.00	13.60	22.00	-5.39
15	-6.00	13.60	22.00	-5.44
16	-3.00	13.60	22.00	-5.48
17	8.00	13.60	22.00	-5.62
18	5.00	13.60	22.00	-5.58
19	1.00	13.60	22.00	-5.53
20	-11.60	46.60	12.00	-9.70
21	8.00	-28.30	16.00	-0.12
22	-3.00	-28.30	16.00	0.02
23	-13.00	13.60	22.00	-5.35
24	12.00	13.60	22.00	-5.67
25	11.60	46.60	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-26.95
2	15.00	-29.91

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-14938	0	0	-42378	-46	2.837	41.78	24.38	N	
2	0	9047	0	4	53184	-133	5.879	33.49	32.67	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=1.85m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 35.75$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm^4 ; $J_y = 225000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 225000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-6619	0	0	0	0
2	0	10111	0	0	0	0
3	0	0	0	0	16152	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=49.082457$; $b=-1999.397637$; $c=-73254.618803$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -178.59375$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.64384 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 1.22678 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-6619.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR = -0.64$; $M_{xiR} = -10804.22$; $M_{yiR} = 12.01$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 10804.22$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 6619.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.6323 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1412$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6165$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=35.75 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=3000.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=17.88 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 4.74 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=17.88 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.77 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=96.60 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=33.49 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=120.00 \text{ cm}^2$
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=3000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=2.26 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000754$
 Armatura tesa massima : $A_f=33.49 \text{ cm}^2$; $\rho=0.011163$
 Armatura tesa minima : $A_f=17.88 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005959$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su}=16152.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=451.7875 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
 VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=16152.00 \text{ Kg}$; $d=96.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata= $4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17 \text{ Kg}$
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21971.48 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=16152.00 \text{ Kg}$; $d=96.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=3.31 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 30.39 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	1.56
2	-15.00	50.00	-10.42
3	15.00	50.00	-10.33
4	15.00	-50.00	1.64

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	-1.09
2	-6.00	-27.80	16.00	-1.08
3	-0.00	-27.70	14.00	-1.07
4	5.00	-27.70	14.00	-1.06
5	11.00	-27.80	16.00	-1.03
6	11.00	-33.40	18.00	-0.36
7	4.00	-33.40	18.00	-0.38
8	-4.00	-33.40	18.00	-0.40
9	-11.00	-33.40	18.00	-0.42
10	11.60	-46.60	18.00	1.23
11	3.87	-46.60	18.00	1.20
12	-3.87	-46.60	18.00	1.18
13	-11.60	-46.60	18.00	1.16

14	-11.60	46.60	12.00	-10.00
15	8.00	-28.30	16.00	-0.97
16	-3.00	-28.30	16.00	-1.01
17	11.60	46.60	12.00	-9.93

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.01
2	15.00	-36.27

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-6619	0	-1	-10804	12	1.632	25.57	10.18	N	
2	0	10111	0	1	53222	-128	5.264	33.49	2.26	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.4 (x=3.40m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fctm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 35.75 cm²
Copri ferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 2500000.00 cm⁴; Jy = 225000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2500000.00 cm⁴; Jeta = 225000.00 cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	11535	0	0	0	0
2	0	0	0	0	11183	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-26303.434822$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.67546 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.17705 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=11535.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.64; MxiR= 53221.83; MyiR= -127.74

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=53221.98; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=11535.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 4.6140 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3815$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.9168$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=35.75 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): AfT=17.88 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.74 cm²

AfT=17.88 cm² > 0.0013•bt•d=3.77 cm²

con: bt=30.00 cm; d=96.60 cm

Aftesa max (comb. 1)=33.49 cm² e Afcompr max (comb. 1)=2.26 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=2.26 cm²; $\rho_{comp}=0.000754$

Armatura tesa massima : Af=33.49 cm²; $\rho=0.011163$

Armatura tesa minima : Af=17.88 cm²; $\rho=0.005959$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=11183.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=312.7996 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=11183.00 Kg; d=96.60 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21971.48$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=11183.00 \text{ Kg}$; $d=96.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=2.29 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=43.89 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	-6.00
2	-15.00	50.00	3.50
3	15.00	50.00	3.50
4	15.00	-50.00	-6.00

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	-3.89
2	-6.00	-27.80	16.00	-3.89
3	-0.00	-27.70	14.00	-3.88
4	5.00	-27.70	14.00	-3.88
5	11.00	-27.80	16.00	-3.89
6	11.00	-33.40	18.00	-4.42
7	4.00	-33.40	18.00	-4.42
8	-4.00	-33.40	18.00	-4.42
9	-11.00	-33.40	18.00	-4.42
10	11.60	-46.60	18.00	-5.68
11	3.87	-46.60	18.00	-5.68
12	-3.87	-46.60	18.00	-5.68
13	-11.60	-46.60	18.00	-5.68
14	-11.60	46.60	12.00	3.18
15	8.00	-28.30	16.00	-3.94
16	-3.00	-28.30	16.00	-3.94
17	11.60	46.60	12.00	3.18

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	13.15
2	15.00	13.15

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)										
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)	
1	0	11535	0	1	53222	-128	4.614	33.49	2.26	N
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU										

Sez.4 (x=5.60m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39 \text{ Kg/cm}^2$; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 35.75$ cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm⁴; $J_y = 225000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm⁴; $J_{eta} = 225000.00$ cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-9922	0	0	0	0
2	0	14254	0	0	0	0
3	0	0	0	0	15901	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=49.082457$; $b=-1999.397637$; $c=-73254.618803$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -178.59375$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.64384 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.22678 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-9921.50$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.64$; $M_{xiR} = -10804.22$; $M_{yiR} = 12.01$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=10804.22$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=9921.50$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.0890 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.1412$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6165$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=35.75$ cm²; $Area_{Cls}=3000.00$ cm²)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=17.88$ cm² $> 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 4.74$ cm²

$A_{ft}=17.88$ cm² $> 0.0013 \cdot b \cdot d = 3.77$ cm²

con: $b_t=30.00$ cm; $d=96.60$ cm

$A_{ftesa\ max}$ (comb. 2)=33.49 cm² e $A_{fcompr\ max}$ (comb. 1)=10.18 cm² $< 0.04 \cdot Area_{Cls}=120.00$ cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², $f_{yk}=304.11$ MPa

Armatura compressa minima: $A_f=2.26$ cm²; $\rho_{comp}=0.000754$

Armatura tesa massima : $A_f=33.49$ cm²; $\rho=0.011163$

Armatura tesa minima : $A_f=17.88$ cm²; $\rho=0.005959$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=15901.00$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=444.7667 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=15901.00$ Kg; $d=96.60$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata=4.50 cm²/m

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35251.17$ Kg

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21971.48$ Kg

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=15901.00$ Kg; $d=96.60$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=3.26$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 30.87$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	1.56
2	-15.00	50.00	-10.42
3	15.00	50.00	-10.33
4	15.00	-50.00	1.64

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	-1.09
2	-6.00	-27.80	16.00	-1.08
3	-0.00	-27.70	14.00	-1.07
4	5.00	-27.70	14.00	-1.06
5	11.00	-27.80	16.00	-1.03
6	11.00	-33.40	18.00	-0.36
7	4.00	-33.40	18.00	-0.38
8	-4.00	-33.40	18.00	-0.40
9	-11.00	-33.40	18.00	-0.42
10	11.60	-46.60	18.00	1.23
11	3.87	-46.60	18.00	1.20
12	-3.87	-46.60	18.00	1.18
13	-11.60	-46.60	18.00	1.16
14	-11.60	46.60	12.00	-10.00
15	8.00	-28.30	16.00	-0.97
16	-3.00	-28.30	16.00	-1.01
17	11.60	46.60	12.00	-9.93

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.01

2	15.00	-36.27
---	-------	--------

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-9922	0	-1	-10804	12	1.089	25.57	10.18	N	
2	0	14254	0	1	53222	-128	3.734	33.49	2.26	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=6.10m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 70.47 cm²
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 2500000.00 cm⁴; Jy = 225000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2500000.00 cm⁴; Jeta = 225000.00 cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-15539	0	0	0	0
2	0	13460	0	0	0	0
3	0	0	0	0	17747	0

VERIFICA PRESSO-TENSO-FLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-390.180644; b=-1961.570561; c=-48018.268224

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -8.98166 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.99947 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-15539.30; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.67; MxiR= -60282.93; MyiR= -149.15

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=60283.11; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=15539.30

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 3.8794 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.2804)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7905$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=70.47 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Af=35.23 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.74 cm²

Af=35.23 cm² > 0.0013•bt•d=3.77 cm²

con: bt=30.00 cm; d=96.60 cm

Aftesa max (comb. 2)=57.87 cm² e Afcompr max (comb. 1)=27.46 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=12.60 cm²; $\rho_{comp}=0.004199$

Armatura tesa massima : Af=57.87 cm²; $\rho=0.019289$

Armatura tesa minima : Af=35.23 cm²; $\rho=0.011744$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=17746.90 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=251.8508 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=17746.90 Kg; d=96.60 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2)$ = 35251.17 Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ)$ = 21971.48 Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=17746.90 Kg; d=96.60 cm; bw=30.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=3.63 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 27.66$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	3.50
2	-15.00	50.00	-8.78
3	15.00	50.00	-9.51
4	15.00	-50.00	2.77

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-27.80	16.00	0.68
2	-0.00	-27.70	14.00	0.40
3	5.00	-27.70	14.00	0.27
4	11.00	-27.80	16.00	0.14
5	11.00	-33.40	18.00	0.83
6	4.00	-33.40	18.00	1.00
7	-4.00	-33.40	18.00	1.19
8	-11.00	-33.40	18.00	1.36
9	11.60	-46.60	18.00	2.43
10	3.87	-46.60	18.00	2.62
11	-3.87	-46.60	18.00	2.81
12	-11.60	-46.60	18.00	3.00
13	-10.00	13.60	22.00	-4.43
14	-6.00	13.60	22.00	-4.53
15	-3.00	13.60	22.00	-4.60
16	8.00	13.60	22.00	-4.87
17	5.00	13.60	22.00	-4.80
18	1.00	13.60	22.00	-4.70
19	-13.00	13.60	22.00	-4.36
20	11.00	13.60	22.00	-4.94
21	-11.40	46.40	16.00	-8.42
22	-6.88	46.40	16.00	-8.54
23	-2.36	46.40	16.00	-8.65
24	2.26	46.30	18.00	-8.75
25	6.88	46.40	16.00	-8.87
26	11.40	46.40	16.00	-8.98

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-21.50
2	15.00	-27.46

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-15539	0	-1	-60283	-149	3.879	43.01	27.46	N	
2	0	13460	0	1	54500	95	4.049	57.87	12.60	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dalle elaborazioni effettuate si può notare che tra la sezione 3 (X=1.85 m) e la sezione 5 (X=5.60 m) le verifiche a flessione e taglio risultano soddisfatte senza l'ausilio del rinforzo delle fasce in acciaio, quest'ultime saranno invece necessarie in prossimità degli appoggi della trave.

5.1.2.1.2 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 19790 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 9895 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg}$$

taglio resistente

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,44 < 1$$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

5.1.2.1.3 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fasce di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

Forza di taglio limite sul perforo

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 1.48$$

Numero perfori al metro

$$i = \frac{100}{N_p} = 61 \text{ cm}$$

Interasse minimo perfori

I perfori saranno posizionati ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.1.4 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 23954.0 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 3.6$$

Numero perfori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 1.50 \text{ cm}$$

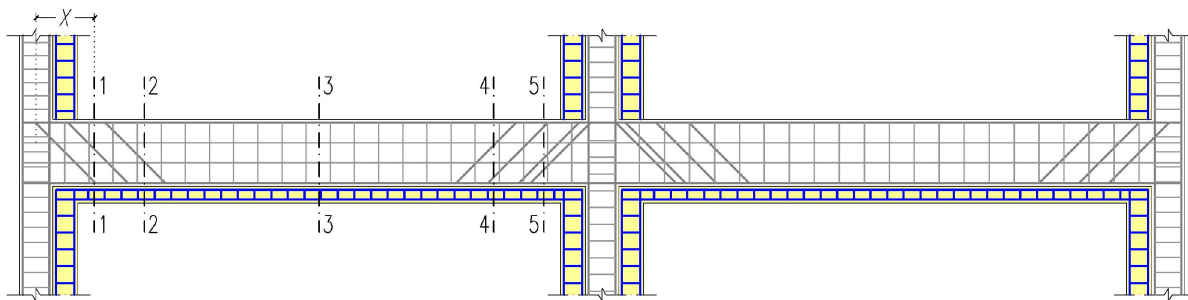
Interasse minimo perfori

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.2 Trave N° 5-6-7

Le travi in c.a. di cui si tratta (B=40 cm; H=95 cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 200mm.

Per la verifica è stata presa in considerazione la campata più sollecitata (trave 5-6).



Sez.1 (x=0.70m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 40.00$ cm; Base (cm):: $H = 125.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 47.50$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $ds = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 6510416.67$ cm^4 ; $J_y = 666666.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 6510416.67$ cm^4 ; $J_{eta} = 666666.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-21218	0	0	0	0
2	0	20942	0	0	0	0
3	0	0	0	0	24633	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-85607.868256$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.07499 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.70322 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-21217.80; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.23; MxiR= -36191.99; MyiR= 202.54

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=36192.56; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=21217.80

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.7058 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1718$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6548$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=47.50 cm²; AreaCls=5000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Af=23.75 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=8.03 cm²

Aft=23.75 cm² > 0.0013•bt•d=6.37 cm²

con: bt=39.46 cm; d=124.27 cm

Aftesa max (comb. 2)=37.86 cm² e Afcompr max (comb. 1)=12.57 cm² < 0.04•AreaCls=200.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=5000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=9.64 cm²; $\rho_{comp}=0.001929$

Armatura tesa massima : Af=37.86 cm²; $\rho=0.007571$

Armatura tesa minima : Af=23.75 cm²; $\rho=0.004750$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=24633.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=518.5799 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=24633.00 Kg; d=121.50 cm; bw=40.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=6.00 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 59116.87$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36846.58$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=24633.00 Kg; d=121.50 cm; bw=40.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=4.01 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 25.06$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	2.07

2	-20.00	62.50	-10.01
3	20.00	62.50	-10.39
4	20.00	-62.50	1.69

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	3.00	-30.90	18.00	-1.20
2	-16.00	-30.40	18.00	-1.07
3	16.00	-36.00	20.00	-0.83
4	6.00	-36.00	20.00	-0.74
5	-5.00	-36.00	20.00	-0.63
6	-16.00	-36.00	20.00	-0.53
7	16.50	-59.00	20.00	1.39
8	5.50	-59.00	20.00	1.49
9	-5.50	-59.00	20.00	1.60
10	-16.50	-59.00	20.00	1.70
11	-12.00	-30.40	18.00	-1.11
12	-4.00	-30.40	18.00	-1.18
13	12.00	-30.40	18.00	-1.33
14	-16.30	58.80	18.00	-9.69
15	-5.37	58.80	18.00	-9.79
16	5.47	58.90	16.00	-9.91
17	16.30	58.80	18.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-41.04
2	20.00	-44.98

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-21218	0	0	-36192	203	1.706	34.93	12.57	N	
2	0	20942	0	-1	81068	10	3.871	37.86	9.64	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.24m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u =0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 48.88 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 5000.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 6510416.67 cm⁴; Jy = 666666.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 6510416.67 cm⁴; Jeta = 666666.67 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-12120	0	0	0	0
2	0	22262	0	0	0	0
3	0	0	0	0	21708	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-0.000000; b=-2000.000000; c=-84927.714756

Angolo asse neutro-asse x : α = -180.00000 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : ϵ_c = 1.97276 / 1000

Deformazione massima acciaio : ϵ_f = -10.00000 / 1000

Deformazione minima acciaio : ϵ_f' = 1.62815 / 1000

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-12119.70; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -1.62; MxiR= -24177.07; MyiR= 15.98

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=24177.08; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=12119.70

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.9949 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.1648)

δ = 0.44 + 1.25•(0.6 + 0.0014/ε_{cu})•x/d = 0.6460

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=48.88 cm²; AreaCls=5000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=24.44 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=7.96 cm²

Aft=24.44 cm² > 0.0013•bt•d=6.32 cm²

con: bt=40.00 cm; d=121.50 cm

Aftesa max (comb. 2)=45.49 cm² e Afcompr max (comb. 1)=12.57 cm² < 0.04•AreaCls=200.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=5000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=3.39 cm²; pcomp=0.000679

Armatura tesa massima : $A_f=45.49 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009098$

Armatura tesa minima : $A_f=24.44 \text{ cm}^2$; $\rho=0.004888$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=21707.80 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=444.0750 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=21707.80 \text{ Kg}$; $d=121.60 \text{ cm}$; $b_w=40.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $6.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53 \text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=21707.80 \text{ Kg}$; $d=121.60 \text{ cm}$; $b_w=40.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=3.53 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 28.46 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	1.97
2	-20.00	62.50	-10.33
3	20.00	62.50	-10.33
4	20.00	-62.50	1.97

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diámetro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-1.19
2	8.00	-30.40	18.00	-1.19
3	3.00	-30.90	18.00	-1.14
4	-8.00	-30.40	18.00	-1.19
5	-16.00	-30.40	18.00	-1.19
6	16.00	-36.00	20.00	-0.64
7	6.00	-36.00	20.00	-0.64
8	-5.00	-36.00	20.00	-0.64
9	-16.00	-36.00	20.00	-0.64
10	16.50	-59.00	20.00	1.63
11	5.50	-59.00	20.00	1.63
12	-5.50	-59.00	20.00	1.63
13	-16.50	-59.00	20.00	1.63
14	-12.00	-30.40	18.00	-1.19
15	-4.00	-30.40	18.00	-1.19
16	12.00	-30.40	18.00	-1.19
17	-16.00	59.10	12.00	-10.00
18	-0.00	59.10	12.00	-10.00
19	16.00	59.10	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-42.46
2	20.00	-42.46

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-12120	0	-2	-24177	16	1.995	36.32	12.57	N	
2	0	22262	0	0	89703	-13	4.029	45.49	3.39	N	

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez.3 (x=3.40m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 48.88 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 5000.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 6510416.67 cm⁴; Jy = 666666.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 6510416.67 cm⁴; Jeta = 666666.67 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	18483	0	0	0	0
2	0	0	0	0	16166	0

VERIFICA PRESSO-TENSO-FLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=0.000000; b=2000.000000; c=-50484.369789

Angolo asse neutro-asse x : α= 0.00000 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : εc = 3.50000 / 1000

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.91371 / 1000$
Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.18060 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
NS=0.00; MxiS=18482.90; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00
Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
NR= 0.07; MxiR= 89702.52; MyiR= -13.41

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 89702.52$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 18482.90$
Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 4.8533 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3066$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8233$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot} = 48.88 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$)
Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft} = 24.44 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 7.96 \text{ cm}^2$
 $A_{ft} = 24.44 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 6.32 \text{ cm}^2$
con: $b_t = 40.00 \text{ cm}$; $d = 121.50 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 45.49 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 3.39 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls} = 200.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk} = 304.11 \text{ MPa}$
Armatura compressa minima: $A_f = 3.39 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp} = 0.000679$
Armatura tesa massima : $A_f = 45.49 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.009098$
Armatura tesa minima : $A_f = 24.44 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.004888$
Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
Comb. N.: 2; $V_{su} = 16165.50 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr} = V_{su}/A_f = 330.6966 < f_{yd} = 2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd} = 78.3900$, $f_{ctd} = 7.59$, $f_{ck} = 166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 16165.50 \text{ Kg}$; $d = 121.60 \text{ cm}$; $b_w = 40.00 \text{ cm}$, $\alpha_c = 1.0000$, $\cot(\theta) = 2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata} = 6.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b = 2$, Area singola staffa: $A_{1s} = 0.5027 \text{ cm}^2$)
N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt} = 2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 16165.50 \text{ Kg}$; $d = 121.60 \text{ cm}$; $b_w = 40.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta) = 2.5000$
da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s} = 2.63 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 38.22 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	-8.24
2	-20.00	62.50	3.50
3	20.00	62.50	3.50
4	20.00	-62.50	-8.24

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-5.23
2	8.00	-30.40	18.00	-5.23
3	3.00	-30.90	18.00	-5.27
4	-8.00	-30.40	18.00	-5.23
5	-16.00	-30.40	18.00	-5.23
6	16.00	-36.00	20.00	-5.75
7	6.00	-36.00	20.00	-5.75
8	-5.00	-36.00	20.00	-5.75
9	-16.00	-36.00	20.00	-5.75
10	16.50	-59.00	20.00	-7.91
11	5.50	-59.00	20.00	-7.91
12	-5.50	-59.00	20.00	-7.91
13	-16.50	-59.00	20.00	-7.91
14	-12.00	-30.40	18.00	-5.23
15	-4.00	-30.40	18.00	-5.23
16	12.00	-30.40	18.00	-5.23
17	-16.00	59.10	12.00	3.18
18	-0.00	59.10	12.00	3.18
19	16.00	59.10	12.00	3.18

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	25.24
2	20.00	25.24

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	18483	0	0	89703	-13	4.853	45.49	3.39	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez.4 (x=5.60 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u =0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 48.88 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 5000.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 6510416.67 cm⁴; Jy = 666666.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 6510416.67 cm⁴; Jeta = 666666.67 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-20716	0	0	0	0
2	0	9152	0	0	0	0
3	0	0	0	0	26724	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: a=-0.000000; b=-2000.000000; c=-84927.714756

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.97276 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.62815 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-20716.10; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -1.62; MxiR= -24177.07; MyiR= 15.98

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 24177.08$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 20716.10$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.1671 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1648$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6460$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=48.88 cm²; AreaCls=5000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=24.44 cm² > $0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 7.96$ cm²

Aft=24.44 cm² > $0.0013 \cdot b_t \cdot d = 6.32$ cm²

con: bt=40.00 cm; d=121.50 cm

Aftesa max (comb. 2)=45.49 cm² e Afcompr max (comb. 1)=12.57 cm² < $0.04 \cdot AreaCls = 200.00$ cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=5000.00 cm², f_{yk}=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=3.39 cm²; $\rho_{comp} = 0.000679$

Armatura tesa massima : Af=45.49 cm²; $\rho = 0.009098$

Armatura tesa minima : Af=24.44 cm²; $\rho = 0.004888$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14\text{mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=26724.00\text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=546.6911 < f_{yd}=2246.4000\text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=26724.00\text{ Kg}$; $d=121.60\text{ cm}$; $b_w=40.00\text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $6.00\text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53\text{ Kg}$
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90\text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027\text{ cm}^2$)
N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40\text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=26724.00\text{ Kg}$; $d=121.60\text{ cm}$; $b_w=40.00\text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.35\text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 23.12\text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	1.97
2	-20.00	62.50	-10.33
3	20.00	62.50	-10.33
4	20.00	-62.50	1.97

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	16.00	-30.40	18.00	-1.19
2	8.00	-30.40	18.00	-1.19
3	3.00	-30.90	18.00	-1.14
4	-8.00	-30.40	18.00	-1.19
5	-16.00	-30.40	18.00	-1.19
6	16.00	-36.00	20.00	-0.64
7	6.00	-36.00	20.00	-0.64
8	-5.00	-36.00	20.00	-0.64
9	-16.00	-36.00	20.00	-0.64
10	16.50	-59.00	20.00	1.63
11	5.50	-59.00	20.00	1.63
12	-5.50	-59.00	20.00	1.63
13	-16.50	-59.00	20.00	1.63
14	-12.00	-30.40	18.00	-1.19
15	-4.00	-30.40	18.00	-1.19
16	12.00	-30.40	18.00	-1.19
17	-16.00	59.10	12.00	-10.00
18	-0.00	59.10	12.00	-10.00
19	16.00	59.10	12.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-42.46
2	20.00	-42.46

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole

(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-20716	0	-2	-24177	16	1.167	36.32	12.57	N	
2	0	9152	0	0	89703	-13	9.802	45.49	3.39	N	

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez.5 (x=6.10 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 125.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 52.02 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 5000.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 6510416.67 cm⁴; Jy = 666666.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 6510416.67 cm⁴; Jeta = 666666.67 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-32271	0	0	0	0
2	0	5457	0	0	0	0
3	0	0	0	0	29297	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-196.034281; b=-1990.369453; c=-82540.504821

Angolo asse neutro-asse x : α= -185.62500 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : εc = 2.26836 / 1000

Deformazione massima acciaio : εf = -10.00000 / 1000

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 1.88918 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-32271.40; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.02; MxiR= -46460.69; MyiR= 328.84

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 46461.85$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 32271.40$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.4397 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1849$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6711$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot} = 52.02 \text{ cm}^2$; $Area_{cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft} = 26.01 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 7.99 \text{ cm}^2$

$A_{ft} = 26.01 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 6.35 \text{ cm}^2$

con: $b_t = 39.45 \text{ cm}$; $d = 123.80 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 39.46 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 2)} = 14.17 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls} = 200.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls} = 5000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk} = 304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f = 12.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp} = 0.002513$

Armatura tesa massima : $A_f = 39.46 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.007892$

Armatura tesa minima : $A_f = 26.01 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.005202$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su} = 29297.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr} = V_{su}/A_f = 563.1356 < f_{yd} = 2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd} = 78.3900$, $f_{ctd} = 7.59$, $f_{ck} = 166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed} = 29297.00 \text{ Kg}$; $d = 121.60 \text{ cm}$; $b_w = 40.00 \text{ cm}$, $\alpha_c = 1.0000$, $\cot(\theta) = 2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata} = 6.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 59165.53 \text{ Kg}$

$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 36876.90 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b = 2$, Area singola staffa: $A_{1s} = 0.5027 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt} = 2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed} = 29297.00 \text{ Kg}$; $d = 121.60 \text{ cm}$; $b_w = 40.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta) = 2.5000$

da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s} = 4.77 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 21.09 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-62.50	2.27
2	-20.00	62.50	-10.06
3	20.00	62.50	-10.45
4	20.00	-62.50	1.88

BARRE LONGITUDINALI:

Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	16.00	-30.40	18.00	-1.25
2	8.00	-30.40	18.00	-1.17
3	-8.00	-30.40	18.00	-1.01
4	-16.00	-30.40	18.00	-0.94
5	16.00	-36.00	20.00	-0.69
6	6.00	-36.00	20.00	-0.60
7	-5.00	-36.00	20.00	-0.49
8	-16.00	-36.00	20.00	-0.38
9	16.50	-59.00	20.00	1.57
10	5.50	-59.00	20.00	1.68
11	-5.50	-59.00	20.00	1.78
12	-16.50	-59.00	20.00	1.89
13	-16.20	58.70	20.00	-9.72
14	-11.21	58.80	18.00	-9.78
15	-6.33	58.80	18.00	-9.83
16	-1.74	59.10	12.00	-9.90
17	2.54	59.10	12.00	-9.94
18	6.83	59.10	12.00	-9.99
19	11.41	58.80	18.00	-10.00
20	-0.00	-30.90	18.00	-1.04

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-20.00	-39.50
2	20.00	-43.44

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=254768 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-32271	0	-0	-46461	329	1.440	39.46	12.57	N	
2	0	5457	0	-1	82275	356	15.077	37.86	14.17	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si osserva che in ogni sezione della trave risultano soddisfatte le verifiche a flessione senza rinforzo con fasce di acciaio.

Per le sollecitazioni di taglio l'armatura delle staffe necessaria per soddisfare le verifiche è minore rispetto a quello presente nell'elemento esistente (φ8 passo 23 cm) nelle parte di trave compresa tra la sezione 1 (x=0.70 m) e la sezione 4 (x=5.60m), mentre risulta superiore nella zona compresa tra le sezioni 4 e 5 (x=6.10 m), dove sarà necessario applicare il rinforzo con piatto di acciaio S275 di altezza pari a 200 mm.

5.1.2.2.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 29297 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio massimo}$$

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 14648.5 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio agente sulla fascia}$$

$$A_v = 25 \times 0.60 \times 2 = 30 \text{ cm}^2 \quad \text{area resistente al taglio}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 45363.2 \text{ Kg} \quad \text{taglio resistente}$$

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,65 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

5.1.2.2.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fasce di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul foro}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 2.19$$

Numero perfori al metro

$$i = \frac{100}{N_p} = 45.4 \text{ cm}$$

Interasse minimo fori

I fori saranno posizionati ad un interasse di 40 cm su tutta la lunghezza della trave da rinforzare.

5.1.2.2.3 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente entrambe in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo agente sulla sommità pilastro che risulta pari a 32772.0 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 4.9$$

Numero fori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 1.10 \text{ cm}$$

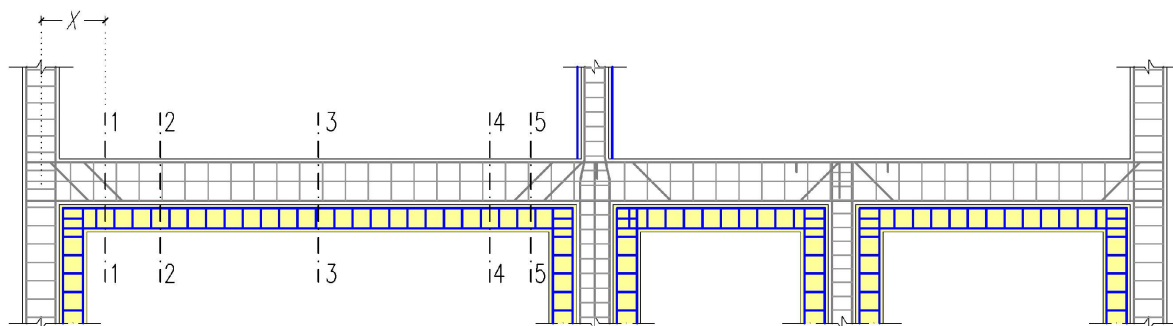
Interasse minimo fori

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.3 Travi N° 2-6 e N° 3-7

Le travi in c.a. di cui si tratta (B=30 cm; H=50 cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di

acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 200mm.



Sez.1 (x=0.70 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicit : edif. in zona sismica; Classe duttilit : B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 80.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 58.62$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = 0.00$ cm; $Y_{gcls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00$ cm^4 ; $J_y = 180000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 180000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-8614	0	0	0	0

2	0	20838	0	0	0	0
3	0	0	0	0	14125	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-11370.579029$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.27218 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.16341 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=20838.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 2.98; MxiR= 36001.05; MyiR= -93.72

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=36001.17$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=20838.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.7277 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.4503$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0029$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=58.62 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=29.31 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=29.31 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$

Aftesa max (comb. 2)=53.03 cm² e $A_{fcompr \text{ max}}$ (comb. 1)=15.71 cm² < $0.04 \cdot Area_{Cls}=96.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=5.59 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.002330$

Armatura tesa massima : $A_f=53.03 \text{ cm}^2$; $\rho=0.022096$

Armatura tesa minima : $A_f=29.31 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012213$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=14125.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=240.9500 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=14125.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata=4.50 cm²/m

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28 \text{ Kg}$

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 17445.26 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=14125.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=3.64 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=15.52 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	-4.66
2	-15.00	40.00	3.50
3	15.00	40.00	3.50
4	15.00	-40.00	-4.66

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.42
2	0.00	-8.30	16.00	-1.43
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.42
4	11.00	-13.50	20.00	-1.96
5	4.00	-13.50	20.00	-1.96
6	-4.00	-13.50	20.00	-1.96
7	-11.00	-13.50	20.00	-1.96
8	11.20	-36.20	20.00	-4.27
9	3.73	-36.20	20.00	-4.27
10	-3.73	-36.20	20.00	-4.27
11	-11.70	36.70	10.00	3.16
12	-7.56	36.40	16.00	3.13
13	-11.20	36.20	20.00	-4.27
14	-8.00	3.60	22.00	-0.21
15	6.96	36.40	16.00	3.13
16	11.70	36.70	10.00	3.16
17	-5.00	3.60	22.00	-0.21
18	-1.00	3.60	22.00	-0.21
19	3.00	3.60	22.00	-0.21
20	6.00	3.60	22.00	-0.21
21	9.00	3.60	22.00	-0.21

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	5.69
2	15.00	5.69

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-8614	0	1	-29546	187	3.430	42.91	15.71	N	
2	0	20838	0	3	36001	-94	1.728	53.03	5.59	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.30 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 56.61$ cm^2
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00$ cm^4 ; $J_y = 180000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 180000.00$ cm^4 ;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-5797	0	0	0	0
2	0	14894	0	0	0	0
3	0	0	0	0	14465	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-7329.696118$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.84000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.18213 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=14894.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=0.12$; $M_{xiR}=33845.25$; $M_{yiR}=-92.29$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=33845.37$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=14894.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.2724 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.4768$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0360$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=56.61$ cm^2 ; $A_{cls}=2400.00$ cm^2)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=28.31 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=28.31 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=55.04 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=12.57 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{area \text{ Cls}}=96.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2400.00 cm², $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000654$
 Armatura tesa massima : $A_f=55.04 \text{ cm}^2$; $\rho=0.022934$
 Armatura tesa minima : $A_f=28.31 \text{ cm}^2$; $\rho=0.011794$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=14465.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=255.5135 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=14465.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28 \text{ Kg}$
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 17445.26 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=14465.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=3.73 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 15.16 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	-4.21
2	-15.00	40.00	3.50
3	15.00	40.00	3.50
4	15.00	-40.00	-4.21

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.14
2	-3.00	-8.30	16.00	-1.15
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.14
4	11.00	-13.50	20.00	-1.65
5	4.00	-13.50	20.00	-1.65
6	-4.00	-13.50	20.00	-1.65
7	-11.00	-13.50	20.00	-1.65
8	11.20	-36.20	20.00	-3.84
9	3.73	-36.20	20.00	-3.84
10	-3.73	-36.20	20.00	-3.84
11	-11.70	36.70	10.00	3.18
12	-11.20	-36.20	20.00	-3.84
13	-8.00	3.60	22.00	-0.01
14	5.00	-8.30	16.00	-1.15
15	11.70	36.70	10.00	3.18
16	-5.00	3.60	22.00	-0.01
17	-1.00	3.60	22.00	-0.01

18	3.00	3.60	22.00	-0.01
19	6.00	3.60	22.00	-0.01
20	9.00	3.60	22.00	-0.01

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	3.66
2	15.00	3.66

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-5797	0	-2	-25218	109	4.350	44.05	12.57	N	
2	0	14894	0	0	33845	-92	2.272	55.04	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=3.03 m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; Ecu2=0.0035; Ec2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 56.61 cm²
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2400.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 1280000.00 cm⁴; Jy = 180000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1280000.00 cm⁴; Jeta = 180000.00 cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	946	0	0	0	0
2	0	0	0	0	15523	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-7329.696118$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.84000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.18213 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=946.50; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.12; MxiR= 33845.25; MyiR= -92.29

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=33845.37; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=946.50

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 35.7585 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.4768$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0360$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=56.61 cm²; AreaCls=2400.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): AfT=28.31 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.74 cm²

AfT=28.31 cm² > 0.0013•bt•d=2.97 cm²

con: bt=30.00 cm; d=76.20 cm

Aftesa max (comb. 1)=55.04 cm² e Afcompr max (comb. 1)=1.57 cm² < 0.04•AreaCls=96.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2400.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.57 cm²; $\rho_{comp}=0.000654$

Armatura tesa massima : Af=55.04 cm²; $\rho=0.022934$

Armatura tesa minima : Af=28.31 cm²; $\rho=0.011794$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=15523.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=274.2022 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=15523.00 Kg; d=76.70 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 17445.26$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=15523.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=14.12 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	-4.21
2	-15.00	40.00	3.50
3	15.00	40.00	3.50
4	15.00	-40.00	-4.21

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.14
2	-3.00	-8.30	16.00	-1.15
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.14
4	11.00	-13.50	20.00	-1.65
5	4.00	-13.50	20.00	-1.65
6	-4.00	-13.50	20.00	-1.65
7	-11.00	-13.50	20.00	-1.65
8	11.20	-36.20	20.00	-3.84
9	3.73	-36.20	20.00	-3.84
10	-3.73	-36.20	20.00	-3.84
11	-11.70	36.70	10.00	3.18
12	-11.20	-36.20	20.00	-3.84
13	-8.00	3.60	22.00	-0.01
14	5.00	-8.30	16.00	-1.15
15	11.70	36.70	10.00	3.18
16	-5.00	3.60	22.00	-0.01
17	-1.00	3.60	22.00	-0.01
18	3.00	3.60	22.00	-0.01
19	6.00	3.60	22.00	-0.01
20	9.00	3.60	22.00	-0.01

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	3.66
2	15.00	3.66

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)										
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)	
1	0	946	0	0	33845	-92	35.758	55.04	1.57	N
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU										

Sez.4 (x=4.80 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 80.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 56.61$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00$ cm^4 ; $J_y = 180000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 180000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-19816	0	0	0	0
2	0	4237	0	0	0	0
3	0	0	0	0	16592	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-30439.149391$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-174.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.10389 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.94203 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-19816.50$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -1.67$; $M_{xiR} = -25218.21$; $M_{yiR} = 109.21$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=cost.$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 25218.44$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 19816.50$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.2726 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3301$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8526$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=56.61 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=28.31 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=28.31 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=55.04 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=12.57 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=96.00 \text{ cm}^2$
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000654$
 Armatura tesa massima : $A_f=55.04 \text{ cm}^2$; $\rho=0.022934$
 Armatura tesa minima : $A_f=28.31 \text{ cm}^2$; $\rho=0.011794$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=16592.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=293.0853 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
 VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=16592.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27989.28 \text{ Kg}$
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 17445.26 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=16592.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.28 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 13.21 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.11
2	-15.00	40.00	-7.59
3	15.00	40.00	-7.19
4	15.00	-40.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-0.80
2	-3.00	-8.30	16.00	-0.97
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.09
4	11.00	-13.50	20.00	-0.09
5	4.00	-13.50	20.00	-0.19
6	-4.00	-13.50	20.00	-0.29
7	-11.00	-13.50	20.00	-0.38
8	11.20	-36.20	20.00	2.94
9	3.73	-36.20	20.00	2.84
10	-3.73	-36.20	20.00	2.75
11	-11.70	36.70	10.00	-7.10
12	-11.20	-36.20	20.00	2.65
13	-8.00	3.60	22.00	-2.63
14	5.00	-8.30	16.00	-0.87
15	11.70	36.70	10.00	-6.80
16	-5.00	3.60	22.00	-2.59

17	-1.00	3.60	22.00	-2.54
18	3.00	3.60	22.00	-2.49
19	6.00	3.60	22.00	-2.45
20	9.00	3.60	22.00	-2.41

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-16.77
2	15.00	-13.82

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-19816	0	-2	-25218	109	1.273	44.05	12.57	N	
2	0	4237	0	0	33845	-92	7.988	55.04	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=5.35 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 57.40 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2400.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 1280000.00 cm⁴; Jy = 180000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1280000.00 cm⁴; Jeta = 180000.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-25665	0	0	0	0
2	0	5226	0	0	0	0
3	0	0	0	0	16932	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-29996.854762$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -174.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.01466 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.94673 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-25664.60; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.80; MxiR= -26101.69; MyiR= 110.19

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=26101.93; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=25664.60

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.0170 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3329$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8561$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=57.40 cm²; AreaCls=2400.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): AfT=28.70 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.74 cm²

AfT=28.70 cm² > 0.0013•bt•d=2.97 cm²

con: bt=30.00 cm; d=76.20 cm

Aftesa max (comb. 2)=55.04 cm² e Afcompr max (comb. 1)=12.57 cm² < 0.04•AreaCls=96.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2400.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=2.36 cm²; $\rho_{comp}=0.000982$

Armatura tesa massima : Af=55.04 cm²; $\rho=0.022934$

Armatura tesa minima : Af=28.70 cm²; $\rho=0.011958$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=16932.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=294.9985 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=16932.00 Kg; d=76.70 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2)$ = 27989.28 Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ)$ = 17445.26 Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=16932.00 \text{ Kg}$; $d=76.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.37 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=12.95 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.11
2	-15.00	40.00	-7.50
3	15.00	40.00	-7.10
4	15.00	-40.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-0.77
2	-3.00	-8.30	16.00	-0.94
3	-11.00	-8.20	14.00	-1.05
4	11.00	-13.50	20.00	-0.06
5	4.00	-13.50	20.00	-0.16
6	-4.00	-13.50	20.00	-0.26
7	-11.00	-13.50	20.00	-0.35
8	11.20	-36.20	20.00	2.95
9	3.73	-36.20	20.00	2.85
10	-3.73	-36.20	20.00	2.75
11	-11.70	36.70	10.00	-7.01
12	-11.20	-36.20	20.00	2.65
13	-8.00	3.60	22.00	-2.58
14	5.00	-8.30	16.00	-0.83
15	-5.00	3.60	22.00	-2.54
16	-1.00	3.60	22.00	-2.49
17	3.00	3.60	22.00	-2.44
18	6.00	3.60	22.00	-2.40
19	9.00	3.60	22.00	-2.36
20	-0.00	36.70	10.00	-6.86
21	11.70	36.70	10.00	-6.71

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-16.55
2	15.00	-13.59

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;., C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-25665	0	1	-26102	110	1.017	44.83	12.57	N	
2	0	5226	0	1	34397	-101	6.582	55.04	2.36	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

5.1.2.3.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio ($s=6 \text{ mm}$) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 16932 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio massimo}$$

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 8466 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio agente sulla fascia}$$

$$A_v = 20 \times 0.60 \times 2 = 24 \text{ cm}^2 \quad \text{area resistente al taglio}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 36290 \text{ Kg} \quad \text{taglio resistente}$$

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,47 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

Le verifiche a flessione e taglio risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.3.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul foro}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 1.26 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 79.6 \text{ cm}$$

Interasse minimo fori

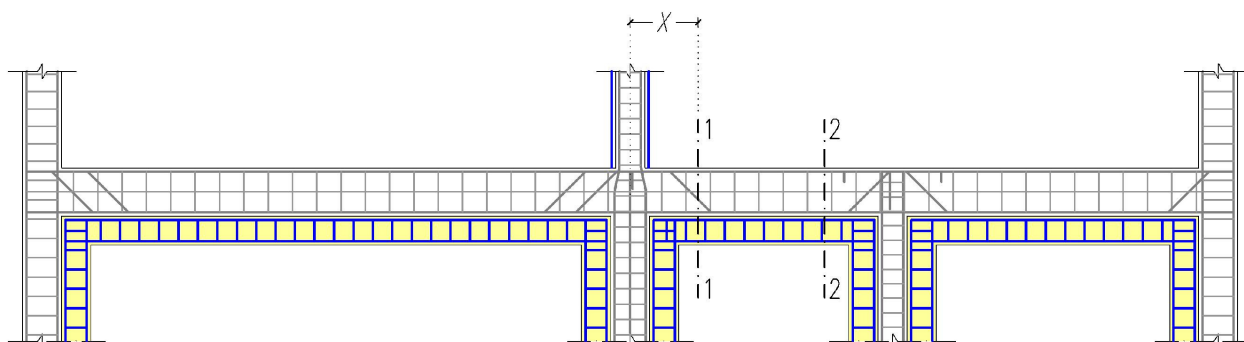
I fori saranno posizionati ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.3 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

Le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno comunque posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.4 Travi N° 6-8-11



Le travi in c.a. di cui si tratta (B=30 cm; H=50 cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20\text{mm}$ e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 200mm.

La verifica della trave trattata sono state effettuate sulla campata più sollecitata.

Sez.1 (x=0.70 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 52.02$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1280000.00$ cm^4 ; $J_y = 180000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1280000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 180000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-13898	0	0	0	0
2	0	4440	0	0	0	0
3	0	0	0	0	23587	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-33224.433608$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -174.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.71812 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.91053 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; $M_{xiS}=-13897.60$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.78; $M_{xiR}=-24046.16$; $M_{yiR}= 96.53$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=24046.35; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=13897.60
 Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.7303 > 1
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.3120)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8300$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=52.02 cm²; AreaCls=2400.00 cm²)
 Armatura tesa (comb. 3): Aft=26.01 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.74 cm²
 Aft=26.01 cm² > 0.0013•bt•d=2.97 cm²
 con: bt=30.00 cm; d=76.20 cm
 Aftesa max (comb. 2)=51.02 cm² e Afcompr max (comb. 1)=12.57 cm² < 0.04•AreaCls=96.00 cm²
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 Area cls=2400.00 cm², fyk=304.11 MPa
 Armatura compressa minima: Af=1.01 cm²; $\rho_{comp}=0.000419$
 Armatura tesa massima : Af=51.02 cm²; $\rho=0.021258$
 Armatura tesa minima : Af=26.01 cm²; $\rho=0.010838$
 Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; Vsu=23587.10 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=453.3821 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)
 VEd=23587.10 Kg; d=76.80 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=6.08 cm²/m
 VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 28025.78$ Kg
 VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 23587.10$ Kg
 VEd < min(VRsd, VRcd) => **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=23587.10 Kg; d=76.80 cm; bw=30.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=6.08 cm²/m
 $s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 9.31$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.08
2	-15.00	40.00	-8.21
3	15.00	40.00	-7.80
4	15.00	-40.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.05
2	-11.00	-8.20	14.00	-1.35
3	11.00	-13.50	20.00	-0.30
4	4.00	-13.50	20.00	-0.40
5	-4.00	-13.50	20.00	-0.51
6	-11.00	-13.50	20.00	-0.60
7	11.20	-36.20	20.00	2.91
8	3.73	-36.20	20.00	2.81

9	-3.73	-36.20	20.00	2.70
10	-11.20	-36.20	20.00	2.60
11	-8.00	3.60	22.00	-2.98
12	-5.00	3.60	22.00	-2.94
13	-1.00	3.60	22.00	-2.88
14	3.00	3.60	22.00	-2.82
15	6.00	3.60	22.00	-2.78
16	9.00	3.60	22.00	-2.74
17	-11.80	36.80	8.00	-7.72
18	11.80	36.80	8.00	-7.39

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-18.17
2	15.00	-15.22

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-13898	0	-1	-24046	97	1.730	39.46	12.57	N	
2	0	4440	0	-2	32203	-39	7.253	51.02	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=2.00 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fctm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 80.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 52.02 cm²
Copri ferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2400.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 1280000.00 cm⁴; Jy = 180000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1280000.00 cm⁴; Jeta = 180000.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-4060	0	0	0	0
2	0	5367	0	0	0	0
3	0	0	0	0	20543	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-33224.433608$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -174.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.71812 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 2.91053 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-4060.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.78; MxiR= -24046.16; MyiR= 96.53

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=24046.35$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=4060.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 5.9227 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3120$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8300$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=52.02 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2400.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=26.01 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.74 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=26.01 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.97 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=76.20 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=51.02 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=12.57 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=96.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2400.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000419$

Armatura tesa massima : $A_f=51.02 \text{ cm}^2$; $\rho=0.021258$

Armatura tesa minima : $A_f=26.01 \text{ cm}^2$; $\rho=0.010838$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=20542.90 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=394.8676 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=20542.90 \text{ Kg}$; $d=76.80 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata= $5.29 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 28025.78 \text{ Kg}$
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20542.90 \text{ Kg}$
 $VEd < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$VEd=20542.90 \text{ Kg}$; $d=76.80 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=5.29 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=10.69 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-40.00	3.08
2	-15.00	40.00	-8.21
3	15.00	40.00	-7.80
4	15.00	-40.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-8.20	14.00	-1.05
2	-11.00	-8.20	14.00	-1.35
3	11.00	-13.50	20.00	-0.30
4	4.00	-13.50	20.00	-0.40
5	-4.00	-13.50	20.00	-0.51
6	-11.00	-13.50	20.00	-0.60
7	11.20	-36.20	20.00	2.91
8	3.73	-36.20	20.00	2.81
9	-3.73	-36.20	20.00	2.70
10	-11.20	-36.20	20.00	2.60
11	-8.00	3.60	22.00	-2.98
12	-5.00	3.60	22.00	-2.94
13	-1.00	3.60	22.00	-2.88
14	3.00	3.60	22.00	-2.82
15	6.00	3.60	22.00	-2.78
16	9.00	3.60	22.00	-2.74
17	-11.80	36.80	8.00	-7.72
18	11.80	36.80	8.00	-7.39

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-18.17
2	15.00	-15.22

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=122288 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-4060	0	-1	-24046	97	5.923	39.46	12.57	N	
2	0	5367	0	-2	32203	-39	6.000	51.02	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

5.1.2.4.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio dei piatti di acciaio di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 23857.1 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio massimo}$$

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 11928.5 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio agente sulla fascia}$$

$$A_v = 20 \times 0.60 \times 2 = 24 \text{ cm}^2 \quad \text{area resistente al taglio}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 36290 \text{ Kg} \quad \text{taglio resistente}$$

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,65 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

Le verifiche a flessione e taglio risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.4.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fasce di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 K_p = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul foro}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 1.78 \quad \text{Numero fori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 55.8 \text{ cm}$$

Interasse minimo dei fori

I fori saranno posizionati ad un interasse di 50 cm su tutta la lunghezza della trave.

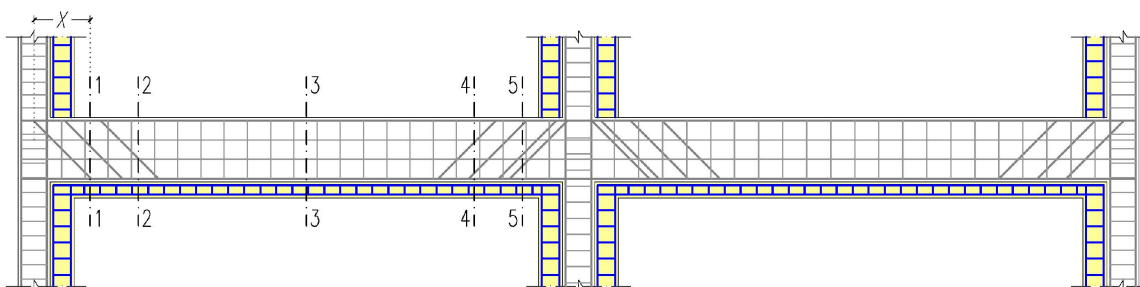
5.1.2.4.3 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

Le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno comunque posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.5 Travi N° 1-5

Le travi in c.a. di cui si tratta (B=26 cm; H=55 cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 200mm.



Sez.1 (x=0.70 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 55.83$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2210.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17$ cm^4 ; $J_y = 124496.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17$ cm^4 ; $J_{eta} = 124496.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-14376	0	0	0	0
2	0	19119	0	0	0	0
3	0	0	0	0	14735	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-11323.511629$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.19581 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.19597 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=19119.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= -3.10$; $M_{xiR}= 35604.04$; $M_{yiR}= 26.21$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=35604.05$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=19119.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.8622 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4548$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0085$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=55.83 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$
 $A_{ftes} \text{ max (comb. 1)}=43.26 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 2)}=25.35 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=88.40 \text{ cm}^2$
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=12.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.005686$
 Armatura tesa massima : $A_f=43.26 \text{ cm}^2$; $\rho=0.019575$
 Armatura tesa minima : $A_f=27.91 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012630$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\emptyset \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su}=14735.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=263.9446 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
 VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=14735.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $Asw/s \text{ progettata}=3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 16124.55 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=14735.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=3.56 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 15.87 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	-4.58
2	-13.00	42.50	3.50
3	13.00	42.50	3.50
4	13.00	-42.50	-4.58

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-1.50
2	-9.00	-10.10	12.00	-1.50
3	8.00	-16.50	20.00	-2.11
4	3.00	-16.50	20.00	-2.11
5	-3.00	-16.50	20.00	-2.11
6	-9.00	-16.50	20.00	-2.11
7	9.00	-38.50	20.00	-4.20
8	3.00	-38.50	20.00	-4.20
9	-3.00	-38.50	20.00	-4.20
10	-9.00	-38.50	20.00	-4.20
11	-3.00	-10.00	14.00	-1.49
12	4.00	-10.00	14.00	-1.49

13	-9.80	39.30	8.00	3.20
14	-0.00	39.00	14.00	3.17
15	-8.00	6.10	22.00	0.04
16	-5.00	6.10	22.00	0.04
17	-2.00	6.10	22.00	0.04
18	9.80	39.30	8.00	3.20
19	1.00	6.10	22.00	0.04
20	4.00	6.10	22.00	0.04
21	7.00	6.10	22.00	0.04

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	5.66
2	13.00	5.66

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-14376	0	-2	-28130	231	1.957	43.26	12.57	N	
2	0	19119	0	-3	35604	26	1.862	30.47	25.35	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.10 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
 fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
 Acciaio barre:
 fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 55.83 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2210.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 1330604.17 cm⁴; Jy = 124496.67 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1330604.17 cm⁴; Jeta = 124496.67 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-10910	0	0	0	0
2	0	16901	0	0	0	0
3	0	0	0	0	14056	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-8988.855159$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.95943 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.20531 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=16901.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.03; MxiR= 35124.70; MyiR= 1.26

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=35124.70$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=16901.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.0783 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.4692$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0265$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=55.83 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=43.26 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=23.81 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=88.40 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=12.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.005686$

Armatura tesa massima : $A_f=43.26 \text{ cm}^2$; $\rho=0.019575$

Armatura tesa minima : $A_f=27.91 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012630$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=14056.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=251.7819 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=14056.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32 \text{ Kg}$

$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 16124.55 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=14056.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=3.40 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 16.63 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	-4.33
2	-13.00	42.50	3.50
3	13.00	42.50	3.50
4	13.00	-42.50	-4.33

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-1.34
2	-9.00	-10.10	12.00	-1.34
3	8.00	-16.50	20.00	-1.93
4	3.00	-16.50	20.00	-1.93
5	-3.00	-16.50	20.00	-1.93
6	-9.00	-16.50	20.00	-1.93
7	9.00	-38.50	20.00	-3.96
8	3.00	-38.50	20.00	-3.96
9	-3.00	-38.50	20.00	-3.96
10	-9.00	-38.50	20.00	-3.96
11	-3.00	-10.00	14.00	-1.33
12	4.00	-10.00	14.00	-1.33
13	-9.80	39.30	8.00	3.21
14	0.00	-10.00	14.00	-1.33
15	-8.00	6.10	22.00	0.15
16	-5.00	6.10	22.00	0.15
17	-2.00	6.10	22.00	0.15
18	9.80	39.30	8.00	3.21
19	1.00	6.10	22.00	0.15
20	4.00	6.10	22.00	0.15
21	7.00	6.10	22.00	0.15

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	4.49
2	13.00	4.49

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)										
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)	
1	0	-10910	0	-1	-26418	231	2.422	43.26	12.57	N
2	0	16901	0	0	35125	1	2.078	32.01	23.81	N
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU										

Sez.3 (x=3.03 m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 55.83$ cm^2

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2210.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17$ cm^4 ; $J_y = 124496.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17$ cm^4 ; $J_{eta} = 124496.67$ cm^4 ;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	3579	0	0	0	0
2	0	0	0	0	15201	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-8988.855159$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.95943 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.20531 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=3579.10$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=0.03$; $M_{xiR}=35124.70$; $M_{yiR}=1.26$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=35124.70$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=3579.10$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 9.8138 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4692$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0265$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=55.83 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 32.01 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 23.81 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls} = 88.40 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=23.81 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.010775$

Armatura tesa massima : $A_f=32.01 \text{ cm}^2$; $\rho=0.014485$

Armatura tesa minima : $A_f=27.91 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012630$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=15201.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=272.2920 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=15201.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata $=3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32 \text{ Kg}$

$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 16124.55 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=15201.00 \text{ Kg}$; $d=81.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=3.68 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 15.38 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	-4.33
2	-13.00	42.50	3.50
3	13.00	42.50	3.50
4	13.00	-42.50	-4.33

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-1.34
2	-9.00	-10.10	12.00	-1.34
3	8.00	-16.50	20.00	-1.93
4	3.00	-16.50	20.00	-1.93
5	-3.00	-16.50	20.00	-1.93
6	-9.00	-16.50	20.00	-1.93
7	9.00	-38.50	20.00	-3.96
8	3.00	-38.50	20.00	-3.96

9	-3.00	-38.50	20.00	-3.96
10	-9.00	-38.50	20.00	-3.96
11	-3.00	-10.00	14.00	-1.33
12	4.00	-10.00	14.00	-1.33
13	-9.80	39.30	8.00	3.21
14	0.00	-10.00	14.00	-1.33
15	-8.00	6.10	22.00	0.15
16	-5.00	6.10	22.00	0.15
17	-2.00	6.10	22.00	0.15
18	9.80	39.30	8.00	3.21
19	1.00	6.10	22.00	0.15
20	4.00	6.10	22.00	0.15
21	7.00	6.10	22.00	0.15

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	4.49
2	13.00	4.49

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante.; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	3579	0	0	35125	1	9.814	32.01	23.81	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.4 (x=4.80 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
 fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
 Acciaio barre:
 fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 55.83 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2210.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17 \text{ cm}^4$; $J_y = 124496.67 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 124496.67 \text{ cm}^4$;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-16261	0	0	0	0
2	0	10456	0	0	0	0
3	0	0	0	0	18072	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-34378.969392$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.81150 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.94687 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-16261.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.96$; $M_{xiR} = -26417.61$; $M_{yiR} = 230.82$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 26418.62$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 16261.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.6247 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3094$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8268$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=55.83 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.45 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=27.91 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.74 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=81.00 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 1})=43.26 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 2})=23.81 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=88.40 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2210.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=12.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.005686$

Armatura tesa massima : $A_f=43.26 \text{ cm}^2$; $\rho=0.019575$

Armatura tesa minima : $A_f=27.91 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012630$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=18072.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=323.7195 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=18072.00$ Kg; $d=81.80$ cm; $b_w=26.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 4.37 cm²/m

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32$ Kg

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 18072.00$ Kg

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=18072.00$ Kg; $d=81.80$ cm; $b_w=26.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.37$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 12.94$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	3.50
2	-13.00	42.50	-8.25
3	13.00	42.50	-8.25
4	13.00	-42.50	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-0.98
2	-9.00	-10.10	12.00	-0.98
3	8.00	-16.50	20.00	-0.10
4	3.00	-16.50	20.00	-0.10
5	-3.00	-16.50	20.00	-0.10
6	-9.00	-16.50	20.00	-0.10
7	9.00	-38.50	20.00	2.95
8	3.00	-38.50	20.00	2.95
9	-3.00	-38.50	20.00	2.95
10	-9.00	-38.50	20.00	2.95
11	-3.00	-10.00	14.00	-0.99
12	4.00	-10.00	14.00	-0.99
13	-9.80	39.30	8.00	-7.81
14	0.00	-10.00	14.00	-0.99
15	-8.00	6.10	22.00	-3.22
16	-5.00	6.10	22.00	-3.22
17	-2.00	6.10	22.00	-3.22
18	9.80	39.30	8.00	-7.81
19	1.00	6.10	22.00	-3.22
20	4.00	6.10	22.00	-3.22
21	7.00	6.10	22.00	-3.22

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-17.19
2	13.00	-17.19

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-16261	0	-1	-26418	231	1.625	43.26	12.57	N	
2	0	10456	0	0	35125	1	3.359	32.01	23.81	N	

Sez.5 (x=5.35 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicit : edif. in zona sismica; Classe duttilit : B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 85.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 60.44$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2210.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1330604.17$ cm^4 ; $J_y = 124496.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1330604.17$ cm^4 ; $J_{eta} = 124496.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-23574	0	0	0	0
2	0	11614	0	0	0	0
3	0	0	0	0	18974	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-31619.745322$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.22681 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.97546 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-23574.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 1.14; MxiR= -32062.42; MyiR= 226.16

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=32063.21; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=23574.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.3601 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3263$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8479$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=60.44 cm²; AreaCls=2210.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=30.22 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.45 cm²

Aft=30.22 cm² > 0.0013•bt•d=2.74 cm²

con: bt=26.00 cm; d=81.00 cm

Aftesa max (comb. 2)=54.82 cm² e Afcompr max (comb. 1)=25.13 cm² < 0.04•AreaCls=88.40 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2210.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=5.62 cm²; $\rho_{comp}=0.002545$

Armatura tesa massima : Af=54.82 cm²; $\rho=0.024806$

Armatura tesa minima : Af=30.22 cm²; $\rho=0.013675$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=18973.60 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=313.9025 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=18973.60 Kg; d=81.80 cm; bw=26.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.59 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 25870.32$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 18973.60$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=18973.60 Kg; d=81.80 cm; bw=26.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=4.59 cm²/m

$s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 12.32$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-42.50	3.50
2	-13.00	42.50	-7.65
3	13.00	42.50	-7.65
4	13.00	-42.50	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	9.00	-10.10	12.00	-0.75
2	-9.00	-10.10	12.00	-0.75
3	8.00	-16.50	20.00	0.09
4	3.00	-16.50	20.00	0.09

5	-3.00	-16.50	20.00	0.09
6	-9.00	-16.50	20.00	0.09
7	9.00	-38.50	20.00	2.98
8	3.00	-38.50	20.00	2.98
9	-3.00	-38.50	20.00	2.98
10	-9.00	-38.50	20.00	2.98
11	-3.00	-10.00	14.00	-0.76
12	4.00	-10.00	14.00	-0.76
13	-9.80	39.30	8.00	-7.23
14	0.00	-10.00	14.00	-0.76
15	-8.00	6.10	22.00	-2.87
16	-5.00	6.10	22.00	-2.87
17	-2.00	6.10	22.00	-2.87
18	-5.05	39.00	14.00	-7.19
19	1.00	6.10	22.00	-2.87
20	4.00	6.10	22.00	-2.87
21	7.00	6.10	22.00	-2.87
22	-0.00	39.00	14.00	-7.19
23	5.05	39.00	14.00	-7.19
24	9.80	39.30	8.00	-7.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-15.81
2	13.00	-15.81

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=112607 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-23574	0	1	-32062	226	1.360	35.31	25.13	N	
2	0	11614	0	2	38381	39	3.305	54.82	5.62	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dalle verifiche effettuate si può notare come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica al taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti nonostante l'aggiunta del rinforzo in c.a.. Per questo motivo è stata necessaria l'aggiunta delle fasce di acciaio laterali.

5.1.2.5.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio delle fasce di acciaio (s=6 mm) di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 18973.6 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio massimo}$$

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 9486.8 \text{ Kg} \quad \text{valore del taglio agente sulla fascia}$$

$$A_v = 20 \times 0.60 \times 2 = 24 \text{ cm}^2 \quad \text{area resistente al taglio}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy}}{\gamma_s} \frac{f_{yk}}{\sqrt{3}} = 36290 \text{ Kg} \quad \text{taglio resistente}$$

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,52 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

5.1.2.5.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fasce di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul foro}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 1.41 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 70.9 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo fori}$$

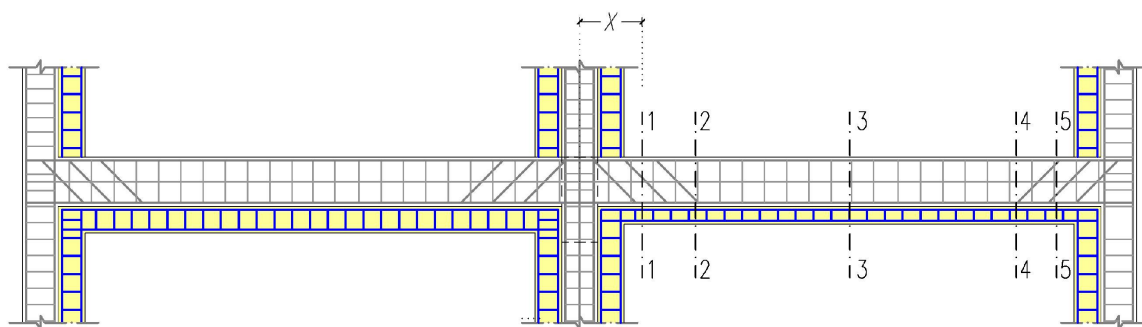
I fori saranno posizionati ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.5.3 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente entrambe in c.a.

Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.6 Trave N° 5-10



Le travi in c.a. di cui si tratta ($B=26$ cm; $H=55$ cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm e con fasce di acciaio S275 sulle superfici laterali di altezza pari a 200mm.

Sez.1 ($x=0.70$ m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yk}=3100.00$, $f_{yd}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
 Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 57.21$ cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
 Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm⁴; $J_y = 109850.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm⁴; $J_{eta} = 109850.00$ cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
 Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-16983	0	0	0	0
2	0	7117	0	0	0	0
3	0	0	0	0	11782	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):
 Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-33569.110375$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
 Sezione parzializzata
 Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -8.37851 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.90350 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NS=0.00$; $M_{xiS}=-16983.20$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NR= -2.49$; $M_{xiR}=-25458.98$; $M_{yiR}= -69.14$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$
 $MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=25459.08$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=16983.20$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.4991 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2946$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8083$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=57.21$ cm²; $A_{cls}=1950.00$ cm²)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=28.60$ cm² $> 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05$ cm²
 $A_{ft}=28.60$ cm² $> 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42$ cm²
 con: $b_t=26.00$ cm; $d=71.60$ cm
 Aftesa max (comb. 2)=50.05 cm² e Aftcomp max (comb. 1)=20.36 cm² $< 0.04 \cdot A_{cls}=78.00$ cm²
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², f_{yk} =304.11 MPa

Armatura compressa minima: A_f =7.16 cm²; ρ_{comp} =0.003673

Armatura tesa massima : A_f =50.05 cm²; ρ =0.025664

Armatura tesa minima : A_f =28.60 cm²; ρ =0.014669

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; V_{su} =11782.00 Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=205.9488 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (f_{cd} =78.3900, f_{ctd} =7.59, f_{ck} =166.00 in Kg/cm²)

V_{Ed} =11782.00 Kg; d =72.10 cm; b_w =26.00 cm, α_c =1.0000, $\cot(\theta)$ =2.5000, $A_{sw/s}$ progettata=3.90 cm²/m

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57$ Kg

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14212.47$ Kg

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: N_b =2, Area singola staffa: A_{1s} =0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (f_{ydSt} =2246.40 Kg/cm²)

V_{Ed} =11782.00 Kg; d =72.10 cm; b_w =26.00 cm, $\cot(\theta)$ =2.5000

da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}$ =3.23 cm²/m

$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 17.49$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	3.50
2	-13.00	37.50	-8.48
3	13.00	37.50	-8.89
4	13.00	-37.50	3.09

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	0.00	-16.00	14.00	-0.14
2	10.00	-15.60	12.00	-0.36
3	3.00	-15.70	14.00	-0.23
4	-4.00	-15.70	14.00	-0.12
5	-10.00	-15.60	12.00	-0.04
6	10.00	-20.90	18.00	0.49
7	3.00	-20.90	18.00	0.60
8	-3.00	-20.90	18.00	0.69
9	-9.00	-20.90	18.00	0.79
10	9.60	-34.10	18.00	2.60
11	3.20	-34.10	18.00	2.70
12	-3.20	-34.10	18.00	2.80
13	-9.60	-34.10	18.00	2.90
14	-8.00	0.00	22.00	-2.57
15	-5.00	0.00	22.00	-2.61
16	-2.00	0.00	22.00	-2.66
17	1.00	0.00	22.00	-2.71
18	4.00	0.00	22.00	-2.76
19	7.00	0.00	22.00	-2.80
20	-10.10	34.60	8.00	-8.06
21	-6.24	34.30	14.00	-8.07
22	-2.08	34.30	14.00	-8.14
23	2.08	34.30	14.00	-8.20
24	6.24	34.30	14.00	-8.27
25	10.10	34.60	8.00	-8.38

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-15.59
2	13.00	-18.15

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-16983	0	-2	-25459	-69	1.499	36.85	20.36	N	
2	0	7117	0	0	33763	40	4.744	50.05	7.16	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.35 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 51.05 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1950.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 914062.50 cm⁴; Jy = 109850.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 914062.50 cm⁴; Jeta = 109850.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-10574	0	0	0	0
2	0	6682	0	0	0	0
3	0	0	0	0	13215	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-37367.240234$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -9.51151 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.84661 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-10573.60; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -2.23; MxiR= -18066.26; MyiR= -96.10

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=18066.52; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=10573.60

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.7086 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.2690$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7762$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=51.05 cm²; AreaCls=1950.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): AfT=25.53 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.05 cm²

AfT=25.53 cm² > 0.0013•bt•d=2.42 cm²

con: bt=26.00 cm; d=71.60 cm

Aftesa max (comb. 2)=50.05 cm² e Afcompr max (comb. 1)=20.36 cm² < 0.04•AreaCls=78.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.01 cm²; $\rho_{comp}=0.000516$

Armatura tesa massima : Af=50.05 cm²; $\rho=0.025664$

Armatura tesa minima : Af=25.53 cm²; $\rho=0.013090$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=13215.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=258.8594 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=13215.00 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=3.90 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 22802.57$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14212.47$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=13215.00 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=3.63 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=15.59 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	3.50
2	-13.00	37.50	-9.62
3	13.00	37.50	-10.07
4	13.00	-37.50	3.05

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	0.00	-16.00	14.00	-0.49
2	10.00	-15.60	12.00	-0.73
3	3.00	-15.70	14.00	-0.59
4	-4.00	-15.70	14.00	-0.47
5	-10.00	-15.60	12.00	-0.38
6	10.00	-20.90	18.00	0.20
7	3.00	-20.90	18.00	0.32
8	-3.00	-20.90	18.00	0.42
9	-9.00	-20.90	18.00	0.53
10	9.60	-34.10	18.00	2.52
11	3.20	-34.10	18.00	2.63
12	-3.20	-34.10	18.00	2.74
13	-9.60	-34.10	18.00	2.85
14	-8.00	0.00	22.00	-3.15
15	-5.00	0.00	22.00	-3.20
16	-2.00	0.00	22.00	-3.25
17	1.00	0.00	22.00	-3.30
18	4.00	0.00	22.00	-3.35
19	7.00	0.00	22.00	-3.41
20	-10.10	34.60	8.00	-9.16
21	10.10	34.60	8.00	-9.51

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-17.49
2	13.00	-20.05

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-10574	0	-2	-18066	-96	1.709	30.69	20.36	N	
2	0	6682	0	-1	29288	-12	4.383	50.05	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=3.03 m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 51.05$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm^4 ; $J_y = 109850.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 109850.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	3371	0	0	0	0
2	0	0	0	0	11075	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-967.244947$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.26998 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.22580 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=3371.20$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.59$; $M_{xiR} = 29287.91$; $M_{yiR} = -11.84$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=29287.91$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=3371.20$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 8.6877 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.5170$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0862$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=51.05 cm²; AreaCls=1950.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): Aft=25.53 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.05 cm²

Aft=25.53 cm² > 0.0013•bt•d=2.42 cm²

con: bt=26.00 cm; d=71.60 cm

Aftesa max (comb. 1)=50.05 cm² e Afcompr max (comb. 1)=1.01 cm² < 0.04•AreaCls=78.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.01 cm²; ρcomp=0.000516

Armatura tesa massima : Af=50.05 cm²; ρ=0.025664

Armatura tesa minima : Af=25.53 cm²; ρ=0.013090

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre Ø ≥ 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=11074.70 Kg; τmaxTr=Vsu/Af=216.9346 < fyd=2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=11074.70 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, αc=1.0000, cot(θ)=2.5000, Asw/s progettata=3.90 cm²/m

VRcd= 0.9•bw•d•αc•fcd•0.5•(cot(90°)+cot(θ))/(1+ cot(θ)²) = 22802.57 Kg

VRsd= 0.9•d•(Asw/s)•fyd_st•(cot(90°) + cot(θ))•sin(90°) = 14212.47 Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=11074.70 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, cot(θ)=2.5000

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=3.04 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 18.61 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-13.00	-37.50	-3.59
2	-13.00	37.50	3.50
3	13.00	37.50	3.50
4	13.00	-37.50	-3.59

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	0.00	-16.00	14.00	-1.56
2	10.00	-15.60	12.00	-1.52
3	3.00	-15.70	14.00	-1.53
4	-4.00	-15.70	14.00	-1.53
5	-10.00	-15.60	12.00	-1.52
6	10.00	-20.90	18.00	-2.02
7	3.00	-20.90	18.00	-2.02
8	-3.00	-20.90	18.00	-2.02
9	-9.00	-20.90	18.00	-2.02
10	9.60	-34.10	18.00	-3.27
11	3.20	-34.10	18.00	-3.27
12	-3.20	-34.10	18.00	-3.27
13	-9.60	-34.10	18.00	-3.27

14	-8.00	0.00	22.00	-0.05
15	-5.00	0.00	22.00	-0.05
16	-2.00	0.00	22.00	-0.05
17	1.00	0.00	22.00	-0.05
18	4.00	0.00	22.00	-0.05
19	7.00	0.00	22.00	-0.05
20	-10.10	34.60	8.00	3.23
21	10.10	34.60	8.00	3.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	0.48
2	13.00	0.48

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	3371	0	-1	29288	-12	8.688	50.05	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.4 (x=4.80 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 51.05 cm²

Copri ferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1950.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 914062.50 cm⁴; Jy = 109850.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 914062.50 cm⁴; Jeta = 109850.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-6238	0	0	0	0
2	0	12045	0	0	0	0
3	0	0	0	0	10944	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-967.244947$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -3.26998 / 1000$
Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.22580 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NS=0.00$; $M_{xiS}=12045.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$
Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NR=-0.59$; $M_{xiR}=29287.91$; $M_{yiR}=-11.84$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$
 $MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=29287.91$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=12045.00$
Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.4315 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.5170$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0862$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=51.05 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$)
Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=25.53 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=25.53 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$
con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=50.05 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=20.36 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=78.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 1950.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000516$
Armatura tesa massima : $A_f=50.05 \text{ cm}^2$; $\rho=0.025664$
Armatura tesa minima : $A_f=25.53 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013090$
Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=10944.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=214.3744 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=10944.00 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14212.47 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=10944.00 Kg; d=72.10 cm; bw=26.00 cm, cot(θ)=2.5000
 da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=3.00 cm²/m
 s= 100•Nb•A1s/Asw= 18.83 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-13.00	-37.50	-3.59
2	-13.00	37.50	3.50
3	13.00	37.50	3.50
4	13.00	-37.50	-3.59

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	0.00	-16.00	14.00	-1.56
2	10.00	-15.60	12.00	-1.52
3	3.00	-15.70	14.00	-1.53
4	-4.00	-15.70	14.00	-1.53
5	-10.00	-15.60	12.00	-1.52
6	10.00	-20.90	18.00	-2.02
7	3.00	-20.90	18.00	-2.02
8	-3.00	-20.90	18.00	-2.02
9	-9.00	-20.90	18.00	-2.02
10	9.60	-34.10	18.00	-3.27
11	3.20	-34.10	18.00	-3.27
12	-3.20	-34.10	18.00	-3.27
13	-9.60	-34.10	18.00	-3.27
14	-8.00	0.00	22.00	-0.05
15	-5.00	0.00	22.00	-0.05
16	-2.00	0.00	22.00	-0.05
17	1.00	0.00	22.00	-0.05
18	4.00	0.00	22.00	-0.05
19	7.00	0.00	22.00	-0.05
20	-10.10	34.60	8.00	3.23
21	10.10	34.60	8.00	3.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	0.48
2	13.00	0.48

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-6238	0	-2	-18066	-96	2.896	30.69	20.36	N	
2	0	12045	0	-1	29288	-12	2.432	50.05	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=5.35 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicit : edif. in zona sismica; Classe duttilit : B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 26.00$ cm; Base (cm):: $H = 75.00$ cm
 Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 51.05$ cm^2
 Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = -0.00$ cm; $Y_{gcls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm^4 ; $J_y = 109850.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 109850.00$ cm^4 ;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-9704	0	0	0	0
2	0	13938	0	0	0	0
3	0	0	0	0	11782	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-36827.598727$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -9.33754 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.85534 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-9703.90$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR = -1.17$; $M_{xiR} = -19863.43$; $M_{yiR} = -91.96$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost$.

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 19863.65$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 9703.90$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.0470 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2726$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7808$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=51.05 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=25.53 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=25.53 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=48.51 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=20.36 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=78.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.54 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001305$

Armatura tesa massima : $A_f=48.51 \text{ cm}^2$; $\rho=0.024875$

Armatura tesa minima : $A_f=25.53 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013090$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=11782.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=230.7894 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=11782.00 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $Asw/s \text{ progettata}=3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22802.57 \text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14212.47 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{ls}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=11782.00 \text{ Kg}$; $d=72.10 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=3.23 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{ls} / Asw = 17.49 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	3.50
2	-13.00	37.50	-9.45
3	13.00	37.50	-9.89
4	13.00	-37.50	3.06

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-0.00	34.00	14.00	-9.06
2	10.00	-15.60	12.00	-0.67
3	3.00	-15.70	14.00	-0.53
4	-4.00	-15.70	14.00	-0.42
5	-10.00	-15.60	12.00	-0.33
6	10.00	-20.90	18.00	0.24
7	3.00	-20.90	18.00	0.36
8	-3.00	-20.90	18.00	0.46
9	-9.00	-20.90	18.00	0.57
10	9.60	-34.10	18.00	2.53
11	3.20	-34.10	18.00	2.64
12	-3.20	-34.10	18.00	2.75

13	-9.60	-34.10	18.00	2.86
14	-8.00	0.00	22.00	-3.06
15	-5.00	0.00	22.00	-3.11
16	-2.00	0.00	22.00	-3.16
17	1.00	0.00	22.00	-3.21
18	4.00	0.00	22.00	-3.26
19	7.00	0.00	22.00	-3.31
20	-10.10	34.60	8.00	-8.99
21	10.10	34.60	8.00	-9.34

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-17.22
2	13.00	-19.78

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-9704	0	-1	-19863	-92	2.047	30.69	20.36	N	
2	0	13938	0	1	29780	14	2.137	48.51	2.54	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si evidenzia che come in tutte le sezioni le verifiche a flessione siano soddisfatte, mentre per soddisfare la verifica a taglio è richiesto un passo delle staffe inferiore a quello presente nelle strutture esistenti nonostante l'aggiunta del rinforzo in c.a.. Per questo motivo è stata necessaria l'aggiunta delle fasce di acciaio laterali

5.1.2.6.1 Verifica a taglio della fascia di acciaio S275 di rinforzo

Viene valutato il contributo alla resistenza al taglio dei piatti di acciaio di rinforzo.

$$\frac{V_{sd}}{V_{Rd}} < 1$$

dove:

$$V_{ed} = 13215 \text{ Kg}$$

valore del taglio massimo

$$V_{1ed} = \frac{V_{ed}}{2} = 6607.5 \text{ Kg}$$

valore del taglio agente sulla fascia

$$A_v = 20 \times 0.60 \times 2 = 24 \text{ cm}^2$$

area resistente al taglio

$$V_{Rd} = \frac{A_{vy} f_{yk}}{Y_s \sqrt{3}} = 36290 \text{ Kg}$$

taglio resistente

nella quale:

$$\gamma_s = 1.05$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kgcm}^{-2}$$

risulta:

$$\frac{V_{ed}}{V_{Rd}} = 0,36 < 1 \quad \text{LA VERIFICA E' SODDISFATTA}$$

5.1.2.6.2 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura esistente in c.a. e le fascie di acciaio S275

La verifica dell'adesione tra le fasce in acciaio e le strutture esistenti sarà valutata in modo analogo al caso precedente (par. 5.1.1.1.2).

Perciò si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg} \quad \text{Forza di taglio limite sul foro}$$

quindi

$$N_p = \frac{V_{1ed}}{H_{lim}} = 0.98 \quad \text{Numero perfori al metro}$$

$$i = \frac{100}{N_p} = 102 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo fori}$$

I fori saranno posizionati comunque ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.6.3 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

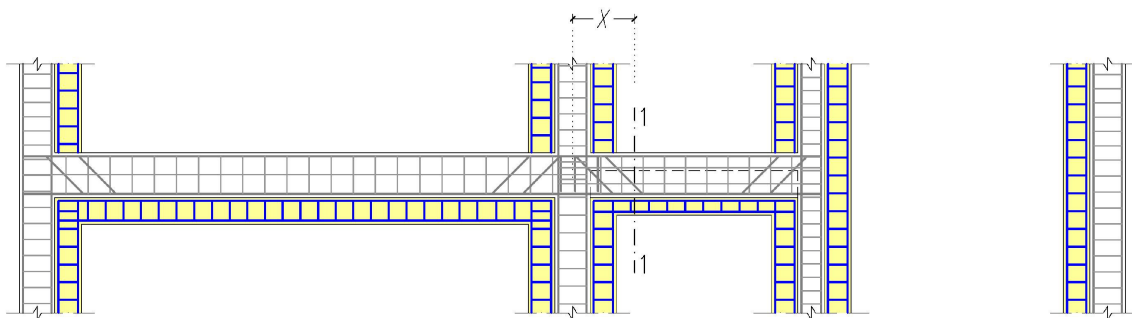
Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.2.7 Trave N° 7-9

La trave in c.a. di cui si tratta, di sezione ad "L" ($B=60$ cm; $H=50$ cm; $b=30$ cm; $h=20$ cm), sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm.

Per la verifica è stato presa in considerazione la sezione più sollecitata.



Sez.1 (x=0.70 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: $B_a = 30.00$ cm; Altezza tot.: $H=70.00$ cm

Larghezza ala: $b_a = 60.00$ cm; Spessore ala: $s_a=30.00$ cm

Rotazione: $rot = 180.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 27.39$ cm²

Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm

Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$
 Momenti d'inerzia: $J_x = 1177000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 792000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = -378000.00 \text{ cm}^4$;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1408693.65 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 560306.35 \text{ cm}^4$;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = 0.55 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-5615	0	0	0	0
2	0	1713	0	0	0	0
3	0	0	0	0	14345	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-147.129127$; $b=-1994.580913$; $c=-60107.620346$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -184.21875$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.99553 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.29046 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-4787.61$; $M_{yiS}=-2934.54$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.39$; $M_{xiR} = -6649.22$; $M_{yiR} = -4092.83$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=7807.90$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=5615.40$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.3904 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1664$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6479$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=27.39 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=3000.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=13.70 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 4.92 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=13.70 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot d = 3.91 \text{ cm}^2$

con: $b=44.35 \text{ cm}$; $d=67.79 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=25.54 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=120.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=3000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.85 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000618$

Armatura tesa massima : $A_f=25.54 \text{ cm}^2$; $\rho=0.008514$

Armatura tesa minima : $A_f=13.70 \text{ cm}^2$; $\rho=0.004566$

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=14344.60 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=523.6271 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=6509.61 \text{ Kg}$; $d=81.06 \text{ cm}$; $b_w=13.41 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $2.01 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VRcd = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 13227.07 \text{ Kg}$
 $VRsd = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 8244.21 \text{ Kg}$
 $VEd < \min(VRsd, VRcd) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=6509.61 Kg; d=81.06 cm; bw=13.41 cm, cot(θ)=2.5000

da $VEd = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s = 1.59 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / A_{sw} = 35.59 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	24.00	29.00	-10.75
2	24.00	-41.00	1.60
3	-6.00	-41.00	2.00
4	-6.00	-1.00	-5.06
5	-36.00	-1.00	-4.67
6	-36.00	29.00	-9.97

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	20.50	-19.00	14.00	-2.23
2	9.00	-18.70	14.00	-2.14
3	-2.50	-19.00	14.00	-1.93
4	-32.90	25.90	6.00	-9.46
5	-32.90	2.10	6.00	-5.26
6	-3.00	25.70	10.00	-9.82
7	20.90	2.00	6.00	-5.94
8	20.30	-24.00	18.00	-1.35
9	12.00	-24.40	18.00	-1.17
10	7.00	-24.40	18.00	-1.10
11	-2.30	-25.00	18.00	-0.88
12	20.00	-37.30	18.00	1.00
13	12.00	-37.30	18.00	1.11
14	4.00	-37.30	18.00	1.21
15	-2.00	-37.30	18.00	1.29
16	20.70	25.00	10.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	24.00	-31.91
2	-6.00	-29.69

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-4788	-2935	-0	-6649	-4093	1.390	17.22	10.18	N	
2	0	1461	895	2	22734	14143	15.628	25.54	1.85	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si può notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave. Per le sollecitazioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente ($\Phi 6$ passo 24 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

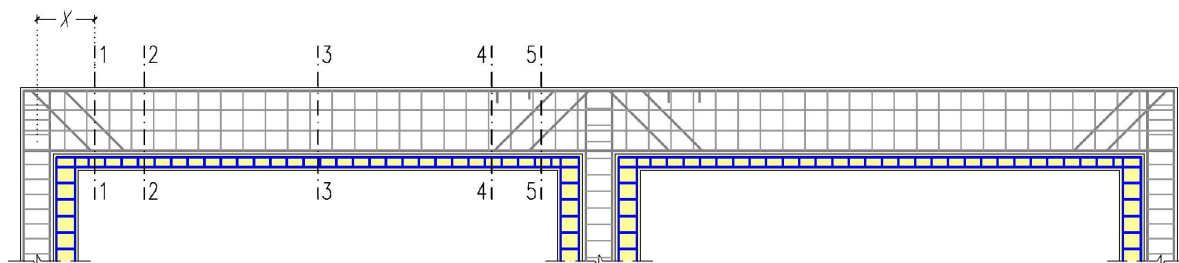
5.1.2.7.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

Omissis.... rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3 le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.3 Solaio a quota + 8.59 m

Tutte le travi che appartengono al solaio in questione saranno rinforzate con elementi aggiunti in c.a. parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e di altezza variabile tra 20 e 30 cm.

5.1.3.1 Trave N° 1-2-3 e N° 10-11-12



Le travi in c.a. di cui si tratta (B=30 cm; H=80 cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso anch'esso in c.a. per tutta la lunghezza della trave e altezza di 20 cm.

Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm.

La verifica è stata effettuata sull'elemento più sollecitato (trave 1-2).

Sez.1 (x=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 32.58$ cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm⁴; $J_y = 225000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm⁴; $J_{eta} = 225000.00$ cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-9584	0	0	0	0
2	0	5763	0	0	0	0
3	0	0	0	0	9584	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-390.180644$; $b=-1961.570561$; $c=-73734.314114$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.78222 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.26866 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NS=0.00; MxiS=-9584.20; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NR= 0.22; MxiR= -15411.12; MyiR= -95.15

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 15411.42$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 9584.20$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.6080 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1513$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6291$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot} = 32.58 \text{ cm}^2$; $Area_{cls} = 3000.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft} = 16.29 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 4.73 \text{ cm}^2$
 $A_{ft} = 16.29 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.76 \text{ cm}^2$
 con: $b_t = 30.00 \text{ cm}$; $d = 96.30 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)} = 26.92 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls} = 120.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls} = 3000.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk} = 304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f = 5.65 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp} = 0.001885$
 Armatura tesa massima : $A_f = 26.92 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.008974$
 Armatura tesa minima : $A_f = 16.29 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.005430$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su} = 9584.20 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr} = V_{su}/A_f = 294.1895 < f_{yd} = 2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd} = 78.3900$, $f_{ctd} = 7.59$, $f_{ck} = 166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 9584.20 \text{ Kg}$; $d = 96.70 \text{ cm}$; $b_w = 30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c = 1.0000$, $\cot(\theta) = 2.5000$, $Asw/s \text{ progettata} = 4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 35287.66 \text{ Kg}$
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21994.22 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b = 2$, Area singola staffa: $A_{1s} = 0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt} = 2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed} = 9584.20 \text{ Kg}$; $d = 96.70 \text{ cm}$; $b_w = 30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta) = 2.5000$
 da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s = 1.96 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 28.84 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	1.78

2	-15.00	50.00	-9.79
3	15.00	50.00	-10.49
4	15.00	-50.00	1.09

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-12.00	-27.90	18.00	-0.85
2	-4.00	-27.80	16.00	-1.04
3	3.00	-27.80	16.00	-1.20
4	-11.30	46.30	18.00	-9.45
5	-3.50	46.70	10.00	-9.68
6	3.90	46.70	10.00	-9.85
7	11.00	-33.40	18.00	-0.74
8	4.00	-33.40	18.00	-0.58
9	-3.00	-33.40	18.00	-0.42
10	-11.00	-33.40	18.00	-0.23
11	11.30	-46.30	18.00	0.75
12	3.77	-46.30	18.00	0.92
13	-3.77	-46.30	18.00	1.10
14	-11.30	-46.30	18.00	1.27
15	11.50	46.50	14.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-34.61
2	15.00	-40.57

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-9584	0	0	-15411	-95	1.608	22.40	10.18	N	
2	0	5763	0	-0	47133	433	8.178	26.92	5.65	N	

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez.2 (x=1.30 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u =0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 31.04 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3000.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 2500000.00 cm⁴; Jy = 225000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2500000.00 cm⁴; Jeta = 225000.00 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-5763	0	0	0	0
2	0	3015	0	0	0	0
3	0	0	0	0	8702	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-49.082457; b=-1999.397637; c=-76107.325007
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -181.40625$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
 Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.44980 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.00309 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-5763.40; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.94; MxiR= -8431.18; MyiR= 3.73

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 8431.18$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 5763.40$

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.4629 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1266$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.5983$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=31.04 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): AfT=15.52 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.73 cm²

AfT=15.52 cm² > 0.0013•bt•d=3.76 cm²

con: bt=30.00 cm; d=96.30 cm

Aftesa max (comb. 2)=29.47 cm² e Afcompr max (comb. 1)=10.18 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.57 cm²; $\rho_{comp} = 0.000524$

Armatura tesa massima : Af=29.47 cm²; $\rho = 0.009823$

Armatura tesa minima : Af=15.52 cm²; $\rho = 0.005173$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14\text{mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=8702.20\text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=280.3640 < f_{yd}=2246.4000\text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=8702.20\text{ Kg}$; $d=96.70\text{ cm}$; $b_w=30.00\text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $4.50\text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35287.66\text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21994.22\text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827\text{ cm}^2$)
N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40\text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=8702.20\text{ Kg}$; $d=96.70\text{ cm}$; $b_w=30.00\text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=1.78\text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw}=31.76\text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	1.45
2	-15.00	50.00	-10.33
3	15.00	50.00	-10.42
4	15.00	-50.00	1.36

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-12.00	-27.90	18.00	-1.16
2	-4.00	-27.80	16.00	-1.20
3	3.00	-27.80	16.00	-1.22
4	10.00	-28.40	18.00	-1.17
5	-3.50	46.70	10.00	-9.98
6	3.90	46.70	10.00	-10.00
7	11.00	-33.40	18.00	-0.58
8	4.00	-33.40	18.00	-0.56
9	-3.00	-33.40	18.00	-0.54
10	-11.00	-33.40	18.00	-0.52
11	11.30	-46.30	18.00	0.94
12	3.77	-46.30	18.00	0.96
13	-3.77	-46.30	18.00	0.98
14	-11.30	-46.30	18.00	1.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.70
2	15.00	-38.43

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes= $f_{cd} \cdot A_{cl} \cdot 0.65=152860\text{ Kg}$) V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V

n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-5763	0	-1	-8431	4	1.463	20.86	10.18	N	
2	0	3015	0	-0	48354	109	16.036	29.47	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=3.40 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 100.00$ cm
 Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 31.04$ cm²
 Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
 Diametro staffe : $ds = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm⁴; $J_y = 225000.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm⁴; $J_{eta} = 225000.00$ cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	7103	0	0	0	0
2	0	0	0	0	4906	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-34165.549318$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.73932 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.14912 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=7103.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.42; MxiR= 48354.00; MyiR= 109.40

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=48354.13; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=7103.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 6.8076 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.3418)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8673$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=31.04 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): Aft=15.52 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.73 cm²

Aft=15.52 cm² > 0.0013•bt•d=3.76 cm²

con: bt=30.00 cm; d=96.30 cm

Aftesa max (comb. 1)=29.47 cm² e Afcompr max (comb. 1)=1.57 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.57 cm²; ρ_{comp} =0.000524

Armatura tesa massima : Af=29.47 cm²; ρ =0.009823

Armatura tesa minima : Af=15.52 cm²; ρ =0.005173

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=4906.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=158.0595 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=4906.00 Kg; d=96.70 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35287.66$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21994.22$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=4906.00 Kg; d=96.70 cm; bw=30.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=1.00 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 56.34$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	-7.13
2	-15.00	50.00	3.50
3	15.00	50.00	3.50
4	15.00	-50.00	-7.13

BARRE LONGITUDINALI:

Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-12.00	-27.90	18.00	-4.78
2	-4.00	-27.80	16.00	-4.77
3	3.00	-27.80	16.00	-4.77
4	10.00	-28.40	18.00	-4.84
5	-3.50	46.70	10.00	3.15
6	3.90	46.70	10.00	3.15
7	11.00	-33.40	18.00	-5.37
8	4.00	-33.40	18.00	-5.37
9	-3.00	-33.40	18.00	-5.37
10	-11.00	-33.40	18.00	-5.37
11	11.30	-46.30	18.00	-6.74
12	3.77	-46.30	18.00	-6.74
13	-3.77	-46.30	18.00	-6.74
14	-11.30	-46.30	18.00	-6.74

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	17.08
2	15.00	17.08

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	7103	0	-0	48354	109	6.808	29.47	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez.4 (x=5.60 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 31.04 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$
Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 225000.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 225000.00 \text{ cm}^4$;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-2119	0	0	0	0
2	0	7670	0	0	0	0
3	0	0	0	0	6784	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-49.082457$; $b=-1999.397637$; $c=-76107.325007$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -181.40625$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.44980 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 1.00309 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-2119.10$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR = -0.94$; $M_{xiR} = -8431.18$; $M_{yiR} = 3.73$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=\text{cost.}$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 8431.18$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 2119.10$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 3.9787 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1266$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.5983$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=31.04 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=3000.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=15.52 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot t \cdot d / f_{yk} = 4.73 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=15.52 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot t \cdot d = 3.76 \text{ cm}^2$

con: $b=30.00 \text{ cm}$; $d=96.30 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2}) = 29.47 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1}) = 10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cls} = 120.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 3000.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000524$

Armatura tesa massima : $A_f=29.47 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009823$

Armatura tesa minima : $A_f=15.52 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005173$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=6784.30 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=218.5739 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=6784.30$ Kg; $d=96.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 4.50 cm²/m

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35287.66$ Kg

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21994.22$ Kg

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=6784.30$ Kg; $d=96.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=1.39$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 40.74$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	1.45
2	-15.00	50.00	-10.33
3	15.00	50.00	-10.42
4	15.00	-50.00	1.36

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-12.00	-27.90	18.00	-1.16
2	-4.00	-27.80	16.00	-1.20
3	3.00	-27.80	16.00	-1.22
4	10.00	-28.40	18.00	-1.17
5	-3.50	46.70	10.00	-9.98
6	3.90	46.70	10.00	-10.00
7	11.00	-33.40	18.00	-0.58
8	4.00	-33.40	18.00	-0.56
9	-3.00	-33.40	18.00	-0.54
10	-11.00	-33.40	18.00	-0.52
11	11.30	-46.30	18.00	0.94
12	3.77	-46.30	18.00	0.96
13	-3.77	-46.30	18.00	0.98
14	-11.30	-46.30	18.00	1.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.70
2	15.00	-38.43

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-2119	0	-1	-8431	4	3.979	20.86	10.18	N	
2	0	7670	0	-0	48354	109	6.304	29.47	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=6.10 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 36.57$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 2500000.00$ cm^4 ; $J_y = 225000.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2500000.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 225000.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-4950	0	0	0	0
2	0	7049	0	0	0	0
3	0	0	0	0	7869	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-293.460949$; $b=-1978.353020$; $c=-71839.939580$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-188.43750$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.88779 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.38371 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; $M_{xiS}=-4950.50$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.02; $M_{xiR}=-23045.35$; $M_{yiR}=-20.47$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=23045.36; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=4950.50
 Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 4.6552 > 1
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.1588)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6385$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=36.57 cm²; AreaCls=3000.00 cm²)
 Armatura tesa (comb. 3): Aft=18.28 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.80 cm²
 Aft=18.28 cm² > 0.0013•bt•d=3.81 cm²
 con: bt=29.57 cm; d=99.12 cm
 Aftesa max (comb. 2)=26.92 cm² e Afcompr max (comb. 1)=10.18 cm² < 0.04•AreaCls=120.00 cm²
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 Area cls=3000.00 cm², fyk=304.11 MPa
 Armatura compressa minima: Af=9.64 cm²; $\rho_{comp}=0.003215$
 Armatura tesa massima : Af=26.92 cm²; $\rho=0.008974$
 Armatura tesa minima : Af=18.28 cm²; $\rho=0.006095$
 Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; Vsu=7869.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=215.1873 < fyd=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)
 VEd=7869.00 Kg; d=96.40 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m
 $VRcd = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 35178.19$ Kg
 $VRsd = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fyd_{st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 21925.99$ Kg
 VEd < min(VRsd, VRcd) => **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=7869.00 Kg; d=96.40 cm; bw=30.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fydSt \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=1.62 cm²/m
 $s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 35.01$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-50.00	1.89
2	-15.00	50.00	-9.98
3	15.00	50.00	-10.50
4	15.00	-50.00	1.36

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-12.00	-27.90	18.00	-0.79
2	-4.00	-27.80	16.00	-0.94
3	3.00	-27.80	16.00	-1.06
4	11.00	-33.40	18.00	-0.54
5	4.00	-33.40	18.00	-0.42
6	-3.00	-33.40	18.00	-0.29
7	-11.00	-33.40	18.00	-0.15

8	11.30	-46.30	18.00	0.99
9	3.77	-46.30	18.00	1.12
10	-3.77	-46.30	18.00	1.25
11	-11.30	-46.30	18.00	1.38
12	-11.30	46.30	18.00	-9.60
13	-3.70	46.30	18.00	-9.74
14	3.80	46.40	16.00	-9.88
15	11.30	46.30	18.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-34.09
2	15.00	-38.54

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes=fcd•Acls•0.65=152860 Kg)											
V : verifche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-4950	0	-0	-23045	-20	4.655	26.39	10.18	N	
2	0	7049	0	1	48251	-97	6.845	26.92	9.64	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si puo' notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave. Per le sollecitazioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente ($\Phi 6$ passo 27 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

5.1.3.1.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

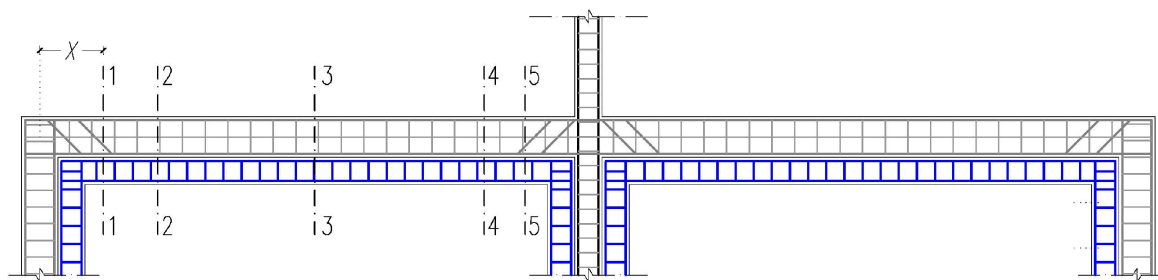
Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.3.2 Trave N° 1-5-10

Le travi in c.a. di cui si tratta, di sezione a "L" (B=36 cm; H=55 cm, b=26 cm, h=20 cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a. avente la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con 8 barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18\text{mm}$.

La verifica è stata effettuata sull'elemento più sollecitato (trave 1-5).



Sez.1 (x=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: $B_a = 26.00$ cm; Altezza tot.: $H=75.00$ cm
Larghezza ala: $b_a = 36.00$ cm; Spessore ala: $s_a=20.00$ cm
Rotazione: $\text{rot} = 180.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 28.24$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2150.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1057909.40$ cm^4 ; $J_y = 170288.76$ cm^4 ; $J_{xy} = -89790.70$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1066901.43$ cm^4 ; $J_{eta} = 161296.73$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = 0.10$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-5841	0	0	0	0
2	0	9871	0	0	0	0
3	0	0	0	0	7444	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-765.366865$; $b=-1847.759065$; $c=-48273.601648$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -202.50000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.97410 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 2.20624 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-5811.93; MyiS=-582.03; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.33; MxiR= -12163.66; MyiR= -1199.06

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=12222.62$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=5841.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.0926 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2292$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.7265$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=28.24 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2150.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.25 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.58 \text{ cm}^2$

con: $b_t=28.47 \text{ cm}$; $d=69.68 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=25.70 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=86.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2150.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.54 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001184$

Armatura tesa massima : $A_f=25.70 \text{ cm}^2$; $\rho=0.011953$

Armatura tesa minima : $A_f=14.12 \text{ cm}^2$; $\rho=0.006568$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=7444.20 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=263.5776 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=7296.37 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $3.29 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 20486.70 \text{ Kg}$

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 12769.02 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=7296.37 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=30.12 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	14.67	34.94	-10.72
2	14.67	-40.06	1.25
3	-11.33	-40.06	2.97
4	-11.33	14.94	-5.81
5	-21.33	14.94	-5.15
6	-21.33	34.94	-8.34

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-18.13	31.74	8.00	-8.04
2	-3.00	-8.26	14.00	-2.65
3	-3.33	31.44	14.00	-8.97
4	11.00	-8.16	12.00	-3.60
5	2.00	-8.26	14.00	-2.99
6	-9.00	-8.16	12.00	-2.27
7	11.00	-13.46	18.00	-2.75
8	4.00	-13.46	18.00	-2.29
9	-2.00	-13.46	18.00	-1.89
10	-8.00	-13.46	18.00	-1.49
11	11.27	-36.66	18.00	0.94
12	4.87	-36.66	18.00	1.36
13	-1.53	-36.66	18.00	1.78
14	-7.93	-36.66	18.00	2.21
15	11.47	31.74	8.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	14.67	-32.20
2	-11.33	-21.43

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=109550 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-5812	-582	0	-12164	-1199	2.093	18.06	10.18	N	
2	0	9822	984	0	25587	2710	2.607	25.70	2.54	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.30m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: $B_a = 26.00$ cm; Altezza tot.: $H=75.00$ cm
Larghezza ala: $b_a = 36.00$ cm; Spessore ala: $s_a=20.00$ cm
Rotazione: $rot = 180.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 28.24$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2150.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1057909.40$ cm^4 ; $J_y = 170288.76$ cm^4 ; $J_{xy} = -89790.70$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1066901.43$ cm^4 ; $J_{eta} = 161296.73$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 0.10$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-3316	0	0	0	0
2	0	8332	0	0	0	0
3	0	0	0	0	6839	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1268.786568$; $b=1546.020907$; $c=-7932.473295$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -39.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.03849 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.01279 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=8290.53$; $M_{yiS}=830.25$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= 1.52$; $M_{xiR}= 25097.14$; $M_{yiR}= 2667.89$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost$.

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=25238.54$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=8332.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 3.0291 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4643$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0204$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=28.24 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2150.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 3.18 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot d = 2.53 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=27.90 \text{ cm}$; $d=69.68 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=27.24 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=86.00 \text{ cm}^2$
 VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2150.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000468$

Armatura tesa massima : $A_f=27.24 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012669$

Armatura tesa minima : $A_f=14.12 \text{ cm}^2$; $\rho=0.006568$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=6839.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=242.1492 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=6703.19 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=3.29 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 20486.70 \text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 12769.02 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{ls}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=6703.19 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=1.73 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{ls} / A_{sw/s} = 32.78 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	14.67	34.94	3.50
2	14.67	-40.06	-2.77
3	-11.33	-40.06	-4.56
4	-11.33	14.94	0.04
5	-21.33	14.94	-0.64
6	-21.33	34.94	1.03

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-18.13	31.74	8.00	0.98
2	-3.00	-8.26	14.00	-1.33
3	6.00	-8.00	14.00	-0.69
4	11.00	-8.16	12.00	-0.36
5	2.00	-8.26	14.00	-0.98
6	-9.00	-8.16	12.00	-1.73
7	11.00	-13.46	18.00	-0.80
8	4.00	-13.46	18.00	-1.28
9	-2.00	-13.46	18.00	-1.69
10	-8.00	-13.46	18.00	-2.10
11	11.27	-36.66	18.00	-2.72

12	4.87	-36.66	18.00	-3.16
13	-1.53	-36.66	18.00	-3.60
14	-7.93	-36.66	18.00	-4.04
15	11.47	31.74	8.00	3.01

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	14.67	-6.91
2	-11.33	14.43
3	-11.95	14.94
4	-21.33	22.63

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=109550 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-3300	-330	-1	-10925	-1078	3.311	18.06	10.18	N	
2	0	8291	830	2	25097	2668	3.029	27.24	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=3.03 m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: Ba = 26.00 cm; Altezza tot.: H=75.00 cm

Larghezza ala: ba = 36.00 cm; Spessore ala: sa=20.00 cm

Rotazione: rot = 180.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 28.24 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2150.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 1057909.40 cm⁴; Jy = 170288.76 cm⁴; Jxy = -89790.70 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1066901.43 cm⁴; Jeta = 161296.73 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = 0.10 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	2337	0	0	0	0
2	0	0	0	0	4966	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1268.786568$; $b=1546.020907$; $c=-7932.473295$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -39.37500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.03849 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.01279 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=2325.47; MyiS=232.88; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 1.52; MxiR= 25097.14; MyiR= 2667.89

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=25238.54; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=2337.10

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 10.7991 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.4643$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0204$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=28.24 cm²; AreaCls=2150.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): AfT=14.12 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.18 cm²

AfT=14.12 cm² > 0.0013•bt•d=2.53 cm²

con: bt=27.90 cm; d=69.68 cm

Aftesa max (comb. 1)=27.24 cm² e Afcompr max (comb. 1)=1.01 cm² < 0.04•AreaCls=86.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2150.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.01 cm²; $\rho_{comp}=0.000468$

Armatura tesa massima : Af=27.24 cm²; $\rho=0.012669$

Armatura tesa minima : Af=14.12 cm²; $\rho=0.006568$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=4965.70 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=175.8211 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=4867.09 Kg; d=76.88 cm; bw=21.91 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=3.29 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2))$ = 20486.70 Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ)$ = 12769.02 Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=4867.09 Kg; d=76.88 cm; bw=21.91 cm, cot(θ)=2.5000

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=1.25 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 45.15 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	14.67	34.94	3.50
2	14.67	-40.06	-2.77
3	-11.33	-40.06	-4.56
4	-11.33	14.94	0.04
5	-21.33	14.94	-0.64
6	-21.33	34.94	1.03

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-18.13	31.74	8.00	0.98
2	-3.00	-8.26	14.00	-1.33
3	6.00	-8.00	14.00	-0.69
4	11.00	-8.16	12.00	-0.36
5	2.00	-8.26	14.00	-0.98
6	-9.00	-8.16	12.00	-1.73
7	11.00	-13.46	18.00	-0.80
8	4.00	-13.46	18.00	-1.28
9	-2.00	-13.46	18.00	-1.69
10	-8.00	-13.46	18.00	-2.10
11	11.27	-36.66	18.00	-2.72
12	4.87	-36.66	18.00	-3.16
13	-1.53	-36.66	18.00	-3.60
14	-7.93	-36.66	18.00	-4.04
15	11.47	31.74	8.00	3.01

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	14.67	-6.91
2	-11.33	14.43
3	-11.95	14.94
4	-21.33	22.63

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=109550 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	2325	233	2	25097	2668	10.799	27.24	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sez.4 (x=4.90 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: $B_a = 26.00$ cm; Altezza tot.: $H=75.00$ cm
Larghezza ala: $b_a = 36.00$ cm; Spessore ala: $s_a=20.00$ cm
Rotazione: $rot = 180.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 28.24$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2150.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1057909.40$ cm^4 ; $J_y = 170288.76$ cm^4 ; $J_{xy} = -89790.70$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1066901.43$ cm^4 ; $J_{eta} = 161296.73$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 0.10$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-9241	0	0	0	0
2	0	3943	0	0	0	0
3	0	0	0	0	8378	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-390.180644$; $b=-1961.570561$; $c=-52907.496505$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.51473 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.84645 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-9195.01$; $M_{yiS}=-920.83$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= -0.89$; $M_{xiR}= -10925.35$; $M_{yiR}= -1077.96$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=10978.40$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=9241.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.1880 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2009$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6912$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=28.24 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2150.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.18 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.53 \text{ cm}^2$

con: $b_t=27.90 \text{ cm}$; $d=69.68 \text{ cm}$

$A_{ftes} \text{ max (comb. 2)}=27.24 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=86.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2150.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000468$

Armatura tesa massima : $A_f=27.24 \text{ cm}^2$; $\rho=0.012669$

Armatura tesa minima : $A_f=14.12 \text{ cm}^2$; $\rho=0.006568$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=8378.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=296.6407 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=8211.62 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=3.29 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 20486.70 \text{ Kg}$

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 12769.02 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=8211.62 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=2.11 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 26.76 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	14.67	34.94	-10.63
2	14.67	-40.06	1.67
3	-11.33	-40.06	2.51
4	-11.33	14.94	-6.50
5	-21.33	14.94	-6.18
6	-21.33	34.94	-9.45

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-18.13	31.74	8.00	-9.03
2	-3.00	-8.26	14.00	-2.97
3	6.00	-8.00	14.00	-3.31
4	11.00	-8.16	12.00	-3.44
5	2.00	-8.26	14.00	-3.13
6	-9.00	-8.16	12.00	-2.79
7	11.00	-13.46	18.00	-2.57
8	4.00	-13.46	18.00	-2.35
9	-2.00	-13.46	18.00	-2.15
10	-8.00	-13.46	18.00	-1.95

11	11.27	-36.66	18.00	1.22
12	4.87	-36.66	18.00	1.43
13	-1.53	-36.66	18.00	1.64
14	-7.93	-36.66	18.00	1.85
15	11.47	31.74	8.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	14.67	-29.89
2	-11.33	-24.72

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=109550 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-9195	-921	-1	-10925	-1078	1.188	18.06	10.18	N	
2	0	3923	393	2	25097	2668	6.401	27.24	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=5.35 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fctm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: Ba = 26.00 cm; Altezza tot.: H=75.00 cm

Larghezza ala: ba = 36.00 cm; Spessore ala: sa=20.00 cm

Rotazione: rot = 180.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 28.24 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2150.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 1057909.40 cm⁴; Jy = 170288.76 cm⁴; Jxy = -89790.70 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1066901.43 cm⁴; Jeta = 161296.73 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = 0.10 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-11970	0	0	0	0
2	0	3819	0	0	0	0
3	0	0	0	0	8763	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-390.180644$; $b=-1961.570561$; $c=-52907.496505$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -191.25000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.51473 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 1.84645 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
NS=0.00; MxiS=-11910.42; MyiS=-1192.76; TxiS=0.00; TyiS=0.00
Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
NR= -0.89; MxiR= -12298.26; MyiR= -1145.94

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=12351.54$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=11970.00$
Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.0319 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.2009$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6912$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=28.24 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2150.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.26 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.59 \text{ cm}^2$

con: $b_t=28.54 \text{ cm}$; $d=69.68 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=25.70 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=86.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2150.00 cm², $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.54 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001184$

Armatura tesa massima : $A_f=25.70 \text{ cm}^2$; $\rho=0.011953$

Armatura tesa minima : $A_f=14.12 \text{ cm}^2$; $\rho=0.006568$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=8763.40 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=310.2866 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=8589.37 \text{ Kg}$; $d=76.88 \text{ cm}$; $b_w=21.91 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=3.29 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 20486.70 \text{ Kg}$

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 12769.02 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=8589.37 Kg; d=76.88 cm; bw=21.91 cm, cot(θ)=2.5000
 da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=2.21 cm²/m
 s= 100•Nb•A1s/Asw= 25.58 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	14.67	34.94	-10.63
2	14.67	-40.06	1.67
3	-11.33	-40.06	2.51
4	-11.33	14.94	-6.50
5	-21.33	14.94	-6.18
6	-21.33	34.94	-9.45

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-18.13	31.74	8.00	-9.03
2	-3.00	-8.26	14.00	-2.97
3	6.00	-8.00	14.00	-3.31
4	11.00	-8.16	12.00	-3.44
5	-0.00	31.44	14.00	-9.58
6	-9.00	-8.16	12.00	-2.79
7	11.00	-13.46	18.00	-2.57
8	4.00	-13.46	18.00	-2.35
9	-2.00	-13.46	18.00	-2.15
10	-8.00	-13.46	18.00	-1.95
11	11.27	-36.66	18.00	1.22
12	4.87	-36.66	18.00	1.43
13	-1.53	-36.66	18.00	1.64
14	-7.93	-36.66	18.00	1.85
15	11.47	31.74	8.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	14.67	-29.89
2	-11.33	-24.72

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=109550 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-11910	-1193	-1	-12298	-1146	1.032	18.06	10.18	N	
2	0	3800	381	1	25470	2711	6.707	25.70	2.54	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si evidenzia che le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la trave. Per le sollecitazioni di taglio l'armatura delle staffe necessaria a soddisfare le verifiche ha un passo maggiore rispetto a quella presente nella struttura esistente (Φ6

passo 27 cm) e a quello dell'elemento di rinforzo in c.a., il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

5.1.3.1.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

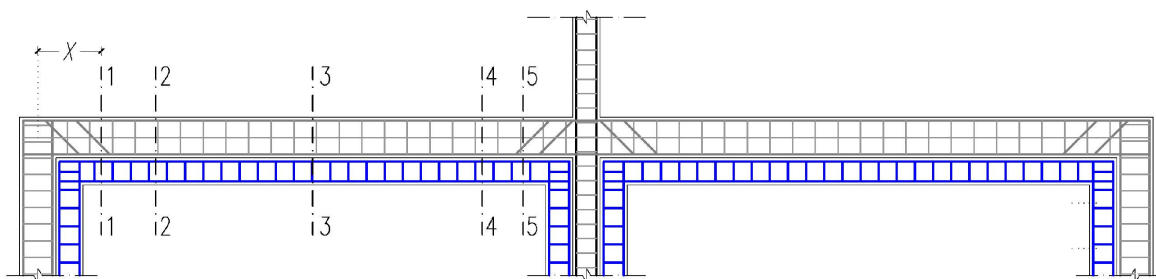
Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

Le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno comunque posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.3.3 Trave N° 3-7-12

Le travi in c.a. di cui si tratta ($B=26$ cm; $H=45$ cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm.

La verifica è stata effettuata sull'elemento più sollecitato (trave 3-7).



Sez.1 (x=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
 Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 28.24$ cm^2
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
 Area: $A_{cls} = 1950.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50$ cm^4 ; $J_y = 109850.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 109850.00$ cm^4 ;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
 Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-4624	0	0	0	0
2	0	10227	0	0	0	0
3	0	0	0	0	5979	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):
 Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-11956.446590$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
 Sezione parzializzata
 Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.45006 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.14469 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NS=0.00$; $M_{xiS}=10227.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NR= -1.31$; $M_{xiR}= 25682.41$; $M_{yiR}= 22.58$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$
 $MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=25682.42$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=10227.00$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.5112 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.4402$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.9903$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=28.24$ cm^2 ; $A_{fCls}=1950.00$ cm^2)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$
 con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$
 $A_{ftes} \text{ max (comb. 2)}=25.70 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cl} = 78.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area $cl_s=1950.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.54 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001305$

Armatura tesa massima : $A_f=25.70 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013179$

Armatura tesa minima : $A_f=14.12 \text{ cm}^2$; $\rho=0.007242$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=5979.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=211.6991 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=5979.00 \text{ Kg}$; $d=71.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22707.69 \text{ Kg}$

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14153.33 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=5979.00 \text{ Kg}$; $d=71.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=1.65 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 34.32 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	-4.83
2	-13.00	37.50	3.50
3	13.00	37.50	3.50
4	13.00	-37.50	-4.83

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-4.00	-5.70	14.00	-1.30
2	5.00	-5.70	14.00	-1.30
3	-9.80	34.30	8.00	3.14
4	-10.00	-5.60	12.00	-1.29
5	10.00	-5.60	12.00	-1.29
6	-0.00	34.00	14.00	3.11
7	10.00	-11.25	18.00	-1.91
8	3.00	-11.25	18.00	-1.91
9	-4.00	-11.25	18.00	-1.91
10	-10.00	-11.25	18.00	-1.91
11	9.60	-34.10	18.00	-4.45
12	3.20	-34.10	18.00	-4.45
13	-3.20	-34.10	18.00	-4.45
14	-9.60	-34.10	18.00	-4.45
15	9.80	34.30	8.00	3.14

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)

1	-13.00	5.98
2	13.00	5.98

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-4624	0	-0	-12290	23	2.658	18.06	10.18	N	
2	0	10227	0	-1	25682	23	2.511	25.70	2.54	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.10m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 26.70 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1950.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 914062.50 cm⁴; Jy = 109850.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 914062.50 cm⁴; Jeta = 109850.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-3433	0	0	0	0
2	0	8653	0	0	0	0
3	0	0	0	0	6186	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-8442.184731$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha= 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.03030 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.16345 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=8653.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 1.29; MxiR= 24780.08; MyiR= 24.08

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=24780.09$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=8653.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.8638 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d= 0.4648$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 1.0210$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=26.70 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=1950.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=13.35 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=13.35 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)}=25.70 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=78.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.01 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000516$

Armatura tesa massima : $A_f=25.70 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013179$

Armatura tesa minima : $A_f=13.35 \text{ cm}^2$; $\rho=0.006847$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=6186.20 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=231.6622 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=6186.20 \text{ Kg}$; $d=71.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s} \text{ progettata}=3.90 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22707.69 \text{ Kg}$

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14153.33 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=6186.20 \text{ Kg}$; $d=71.80 \text{ cm}$; $b_w=26.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=1.70 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 33.17 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	-4.39
2	-13.00	37.50	3.50
3	13.00	37.50	3.50
4	13.00	-37.50	-4.39

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-4.00	-5.70	14.00	-1.04
2	5.00	-5.70	14.00	-1.04
3	-9.80	34.30	8.00	3.16
4	-10.00	-5.60	12.00	-1.03
5	10.00	-5.60	12.00	-1.03
6	10.00	-11.25	18.00	-1.63
7	3.00	-11.25	18.00	-1.63
8	-4.00	-11.25	18.00	-1.63
9	-10.00	-11.25	18.00	-1.63
10	9.60	-34.10	18.00	-4.03
11	3.20	-34.10	18.00	-4.03
12	-3.20	-34.10	18.00	-4.03
13	-9.60	-34.10	18.00	-4.03
14	9.80	34.30	8.00	3.16

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	4.22
2	13.00	4.22

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-3433	0	-1	-10084	23	2.938	16.52	10.18	N	
2	0	8653	0	1	24780	24	2.864	25.70	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=3.03m - mezzeria)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γ_c : 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; ϵ_{cu2} =0.0035; ϵ_{c2} =0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γ_s : 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σ_u =0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yk}=3100.00$, $f_{yd}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 26.70 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1950.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 914062.50 cm⁴; Jy = 109850.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 914062.50 cm⁴; Jeta = 109850.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-956	0	0	0	0
2	0	1273	0	0	0	0
3	0	0	0	0	7108	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: a=-0.000000; b=-2000.000000; c=-52919.516658

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.81703 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 1.25745 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-956.50; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.71; MxiR= -10084.23; MyiR= 22.58

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=10084.25; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=956.50

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 10.5429 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1538$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6322$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=26.70 cm²; AreaCls=1950.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=13.35 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.05 cm²

Aft=13.35 cm² > 0.0013•bt•d=2.42 cm²

con: bt=26.00 cm; d=71.60 cm

Aftesa max (comb. 2)=25.70 cm² e Afcompr max (comb. 1)=10.18 cm² < 0.04•AreaCls=78.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², f_{yk}=304.11 MPa

Armatura compressa minima: A_f=1.01 cm²; ρ_{comp}=0.000516

Armatura tesa massima : A_f=25.70 cm²; ρ=0.013179

Armatura tesa minima : A_f=13.35 cm²; ρ=0.006847

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre Ø ≥ 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; V_{su}=7107.80 Kg; τ_{maxTr}=V_{su}/A_f=266.1745 < f_{yd}=2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (f_{cd}=78.3900, f_{ctd}=7.59, f_{ck}=166.00 in Kg/cm²)

V_{Ed}=7107.80 Kg; d=71.80 cm; b_w=26.00 cm, α_c=1.0000, cot(θ)=2.5000, A_{sw/s} progettata=3.90 cm²/m

V_{Rcd}= 0.9•b_w•d•α_c•f_{cd}•0.5•(cot(90°)+cot(θ))/(1+ cot(θ)²) = 22707.69 Kg

V_{Rsd}= 0.9•d•(A_{sw/s})•f_{yd}•sin(90°) = 14153.33 Kg

V_{Ed} < min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: N_b=2, Area singola staffa: A_{1s}=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (f_{ydSt}=2246.40 Kg/cm²)

V_{Ed}=7107.80 Kg; d=71.80 cm; b_w=26.00 cm, cot(θ)=2.5000

da V_{Ed}=0.9•d•(A_{sw/s})•f_{ydSt}•cot(θ) si ottiene: A_{sw/s}=1.96 cm²/m

s= 100•N_b•A_{1s}/A_{sw}= 28.87 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	ε _c x1000
1	-13.00	-37.50	1.82
2	-13.00	37.50	-10.53
3	13.00	37.50	-10.53
4	13.00	-37.50	1.82

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ε _f x1000
1	-4.00	-5.70	14.00	-3.42
2	5.00	-5.70	14.00	-3.42
3	-9.80	34.30	8.00	-10.00
4	-10.00	-5.60	12.00	-3.43
5	10.00	-5.60	12.00	-3.43
6	10.00	-11.25	18.00	-2.50
7	3.00	-11.25	18.00	-2.50
8	-4.00	-11.25	18.00	-2.50
9	-10.00	-11.25	18.00	-2.50
10	9.60	-34.10	18.00	1.26
11	3.20	-34.10	18.00	1.26
12	-3.20	-34.10	18.00	1.26
13	-9.60	-34.10	18.00	1.26
14	9.80	34.30	8.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-26.46
2	13.00	-26.46

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni
NS, MS _{xi} , MS _{yi} : azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia
NR, MR _{xi} , MR _{yi} : azioni resistenti " " " "
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg) V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-956	0	-1	-10084	23	10.543	16.52	10.18	N	
2	0	1273	0	1	24780	24	19.466	25.70	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.4 (x=4.65 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : Ast = 26.70 cm²
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1950.00 cm²; Baricentro: XgCls = -0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
Momenti d'inerzia: Jx = 914062.50 cm⁴; Jy = 109850.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 914062.50 cm⁴; Jeta = 109850.00 cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-7514	0	0	0	0
2	0	3455	0	0	0	0
3	0	0	0	0	7879	0

VERIFICA PRESSO-TENSO-FLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-0.000000; b=-2000.000000; c=-52919.516658
Angolo asse neutro-asse x : α= -180.00000 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.81703 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.25745 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-7514.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.71; MxiR= -10084.23; MyiR= 22.58

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=10084.25; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=7514.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.3421 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1538$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6322$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=26.70 cm²; AreaCls=1950.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=13.35 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=3.05 cm²

Aft=13.35 cm² > 0.0013•bt•d=2.42 cm²

con: bt=26.00 cm; d=71.60 cm

Aftesa max (comb. 2)=25.70 cm² e Afcompr max (comb. 1)=10.18 cm² < 0.04•AreaCls=78.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=1950.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.01 cm²; $\rho_{comp}=0.000516$

Armatura tesa massima : Af=25.70 cm²; $\rho=0.013179$

Armatura tesa minima : Af=13.35 cm²; $\rho=0.006847$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=7879.30 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=295.0658 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=7879.30 Kg; d=71.80 cm; bw=26.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=3.90 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22707.69$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14153.33$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=7879.30 Kg; d=71.80 cm; bw=26.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=2.17 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 26.05$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	1.82
2	-13.00	37.50	-10.53

3	13.00	37.50	-10.53
4	13.00	-37.50	1.82

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ef x1000
1	-4.00	-5.70	14.00	-3.42
2	5.00	-5.70	14.00	-3.42
3	-9.80	34.30	8.00	-10.00
4	-10.00	-5.60	12.00	-3.43
5	10.00	-5.60	12.00	-3.43
6	10.00	-11.25	18.00	-2.50
7	3.00	-11.25	18.00	-2.50
8	-4.00	-11.25	18.00	-2.50
9	-10.00	-11.25	18.00	-2.50
10	9.60	-34.10	18.00	1.26
11	3.20	-34.10	18.00	1.26
12	-3.20	-34.10	18.00	1.26
13	-9.60	-34.10	18.00	1.26
14	9.80	34.30	8.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-26.46
2	13.00	-26.46

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=99359 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-7514	0	-1	-10084	23	1.342	16.52	10.18	N	
2	0	3455	0	1	24780	24	7.172	25.70	1.01	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=5.35)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; Ecu2=0.0035; Ec2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 26.00 cm; Base (cm):: H = 75.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 28.24 \text{ cm}^2$
 Copriferro di progetto : $c = 2.80 \text{ cm}$
 Diametro staffe : $d_s = 6 \text{ mm}$

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 1950.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$
 Momenti d'inerzia: $J_x = 914062.50 \text{ cm}^4$; $J_y = 109850.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 914062.50 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 109850.00 \text{ cm}^4$;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-10842	0	0	0	0
2	0	3931	0	0	0	0
3	0	0	0	0	8146	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-49729.532656$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.13560 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.56093 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-10841.60$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -0.07$; $M_{xiR} = -12289.74$; $M_{yiR} = 22.58$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=12289.76$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=10841.60$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.1336 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1760$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6600$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=28.24 \text{ cm}^2$; $A_{fCls}=1950.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.05 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=14.12 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.42 \text{ cm}^2$

con: $b_t=26.00 \text{ cm}$; $d=71.60 \text{ cm}$

$A_{ftes} \text{ max (comb. 2)} = 25.70 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr} \text{ max (comb. 1)} = 10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{fCls} = 78.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 1950.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.54 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.001305$

Armatura tesa massima : $A_f=25.70 \text{ cm}^2$; $\rho=0.013179$

Armatura tesa minima : $A_f=14.12 \text{ cm}^2$; $\rho=0.007242$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=8146.00$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=288.4263 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=8146.00$ Kg; $d=71.80$ cm; $b_w=26.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata=3.90 cm²/m

$VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 22707.69$ Kg

$VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14153.33$ Kg

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=8146.00$ Kg; $d=71.80$ cm; $b_w=26.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=2.24$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 25.19$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-13.00	-37.50	2.14
2	-13.00	37.50	-10.54
3	13.00	37.50	-10.54
4	13.00	-37.50	2.14

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-4.00	-5.70	14.00	-3.24
2	5.00	-5.70	14.00	-3.24
3	-9.80	34.30	8.00	-10.00
4	-10.00	-5.60	12.00	-3.26
5	10.00	-5.60	12.00	-3.26
6	10.00	-11.25	18.00	-2.30
7	3.00	-11.25	18.00	-2.30
8	-4.00	-11.25	18.00	-2.30
9	-10.00	-11.25	18.00	-2.30
10	9.60	-34.10	18.00	1.56
11	3.20	-34.10	18.00	1.56
12	-3.20	-34.10	18.00	1.56
13	-9.60	-34.10	18.00	1.56
14	-0.00	34.00	14.00	-9.95
15	9.80	34.30	8.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-13.00	-24.86
2	13.00	-24.86

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole

(Nres= $f_{cd} \cdot A_{cl} \cdot 0.65 = 99359$ Kg)

V: verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)		

1	0	-10842	0	-0	-12290	23	1.134	18.06	10.18	N	
2	0	3931	0	-1	25682	23	6.534	25.70	2.54	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

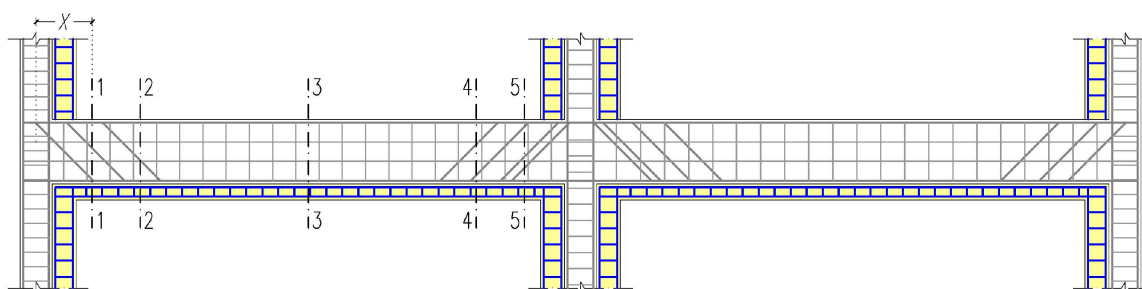
Dagli elaborati di calcolo si può notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave. Per le sollecitazioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente ($\Phi 6$ passo 25 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

5.1.3.3.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.3.4 Trave N° 5-6-7



Le travi in c.a. di cui si tratta ($B=30$ cm; $H=65$ cm) saranno rinforzate con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm

La verifica è stata effettuata sull'elemento più sollecitato (trave 5-6).

Sez.1 (x=0.7m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: $B = 30.00$ cm; Base (cm):: $H = 95.00$ cm
Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 29.03$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2850.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 2143437.50$ cm^4 ; $J_y = 213750.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2143437.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 213750.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x : $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-7829	0	0	0	0
2	0	7742	0	0	0	0
3	0	0	0	0	7926	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-68059.567134$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.72629 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.29056 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-7829.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR= 0.26$; $M_{xiR}=-12712.84$; $M_{yiR}= 57.16$

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=12712.97$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=7829.00$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.6238 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1472$)
 $\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6240$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=29.03 \text{ cm}^2$; $Area_{cls}=2850.00 \text{ cm}^2$)
 Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.51 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot t \cdot d / f_{yk} = 4.49 \text{ cm}^2$
 $A_{ft}=14.51 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot t \cdot d = 3.57 \text{ cm}^2$
 con: $b=30.00 \text{ cm}$; $d=91.50 \text{ cm}$
 $A_{ftesa \text{ max}} (\text{comb. 2})=27.46 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} (\text{comb. 1})=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls}=114.00 \text{ cm}^2$
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE
 $Area_{cls}=2850.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$
 Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000551$
 Armatura tesa massima : $A_f=27.46 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009634$
 Armatura tesa minima : $A_f=14.51 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005093$
 Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;
 Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE
 Comb. N.: 3; $V_{su}=7926.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=273.0437 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)
 $V_{Ed}=7926.00 \text{ Kg}$; $d=91.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 33426.58 \text{ Kg}$
 $V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20834.24 \text{ Kg}$
 $V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=7926.00 \text{ Kg}$; $d=91.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=1.71 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 33.03 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-47.50	1.73
2	-15.00	47.50	-10.45
3	15.00	47.50	-10.45
4	15.00	-47.50	1.73

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-15.30	16.00	-2.40
2	-4.00	-15.20	14.00	-2.41
3	4.00	-15.20	14.00	-2.41
4	11.00	-15.30	16.00	-2.40
5	-11.50	44.00	10.00	-10.00

6	11.50	44.00	10.00	-10.00
7	11.00	-20.90	18.00	-1.68
8	3.00	-20.90	18.00	-1.68
9	-4.00	-20.90	18.00	-1.68
10	-11.00	-20.90	18.00	-1.68
11	11.60	-44.10	18.00	1.29
12	3.87	-44.10	18.00	1.29
13	-3.87	-44.10	18.00	1.29
14	-11.60	-44.10	18.00	1.29

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-34.03
2	15.00	-34.03

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=145217 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-7829	0	0	-12713	57	1.624	18.85	10.18	N	
2	0	7742	0	-2	39081	57	5.048	27.46	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=1.30m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 95.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 29.03 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2850.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 2143437.50 cm⁴; Jy = 213750.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2143437.50 cm⁴; Jeta = 213750.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-5206	0	0	0	0
2	0	7558	0	0	0	0
3	0	0	0	0	7282	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-68059.567134$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.72629 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 1.29056 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-5206.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.26; MxiR= -12712.84; MyiR= 57.16

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=12712.97$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=5206.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.4420 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1472$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6240$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=29.03 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2850.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.51 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d / f_{yk} = 4.49 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=14.51 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b \cdot d = 3.57 \text{ cm}^2$

con: $b=30.00 \text{ cm}$; $d=91.50 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 2)} = 27.46 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)} = 10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls} = 114.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2850.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000551$

Armatura tesa massima : $A_f=27.46 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009634$

Armatura tesa minima : $A_f=14.51 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005093$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=7282.40 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=250.8723 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=7282.40 \text{ Kg}$; $d=91.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 33426.58 \text{ Kg}$
 $VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20834.24 \text{ Kg}$
 $VEd < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$VEd=7282.40 \text{ Kg}$; $d=91.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=1.57 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=35.95 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-47.50	1.73
2	-15.00	47.50	-10.45
3	15.00	47.50	-10.45
4	15.00	-47.50	1.73

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-15.30	16.00	-2.40
2	-4.00	-15.20	14.00	-2.41
3	4.00	-15.20	14.00	-2.41
4	11.00	-15.30	16.00	-2.40
5	-11.50	44.00	10.00	-10.00
6	11.50	44.00	10.00	-10.00
7	11.00	-20.90	18.00	-1.68
8	3.00	-20.90	18.00	-1.68
9	-4.00	-20.90	18.00	-1.68
10	-11.00	-20.90	18.00	-1.68
11	11.60	-44.10	18.00	1.29
12	3.87	-44.10	18.00	1.29
13	-3.87	-44.10	18.00	1.29
14	-11.60	-44.10	18.00	1.29

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-34.03
2	15.00	-34.03

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=145217 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-5206	0	0	-12713	57	2.442	18.85	10.18	N	
2	0	7558	0	-2	39081	57	5.171	27.46	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=3.40m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 95.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 29.03$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2850.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 2143437.50$ cm^4 ; $J_y = 213750.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2143437.50$ cm^4 ; $J_{eta} = 213750.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	3645	0	0	0	0
2	0	0	0	0	5756	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-33913.171702$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.99653 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.09893 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=3645.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R = -2.13$; $M_{xiR} = 39081.07$; $M_{yiR} = 57.16$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=cost.$

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 39081.12$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 3645.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 10.7218 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3334$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8568$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=29.03 cm²; AreaCls=2850.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): Aft=14.51 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.50 cm²

Aft=14.51 cm² > 0.0013•bt•d=3.57 cm²

con: bt=30.00 cm; d=91.60 cm

Aftesa max (comb. 1)=27.46 cm² e Afcompr max (comb. 1)=1.57 cm² < 0.04•AreaCls=114.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2850.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=1.57 cm²; ρcomp=0.000551

Armatura tesa massima : Af=27.46 cm²; ρ=0.009634

Armatura tesa minima : Af=14.51 cm²; ρ=0.005093

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre Ø ≥ 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=5756.10 Kg; τmaxTr=Vsu/Af=198.2926 < fyd=2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=5756.10 Kg; d=91.60 cm; bw=30.00 cm, αc=1.0000, cot(θ)=2.5000, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 33426.58 \text{ Kg}$

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fyd_{st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20834.24 \text{ Kg}$

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=5756.10 Kg; d=91.60 cm; bw=30.00 cm, cot(θ)=2.5000

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fyd_{st} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=1.24 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 45.48 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-15.00	-47.50	-7.39
2	-15.00	47.50	3.50
3	15.00	47.50	3.50
4	15.00	-47.50	-7.39

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-11.00	-15.30	16.00	-3.70
2	-4.00	-15.20	14.00	-3.68
3	4.00	-15.20	14.00	-3.68
4	11.00	-15.30	16.00	-3.70
5	-11.50	44.00	10.00	3.10
6	11.50	44.00	10.00	3.10
7	11.00	-20.90	18.00	-4.34
8	3.00	-20.90	18.00	-4.34
9	-4.00	-20.90	18.00	-4.34
10	-11.00	-20.90	18.00	-4.34
11	11.60	-44.10	18.00	-7.00
12	3.87	-44.10	18.00	-7.00
13	-3.87	-44.10	18.00	-7.00

14	-11.60	-44.10	18.00	-7.00
----	--------	--------	-------	-------

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	16.96
2	15.00	16.96

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole (NRes=fcd•Acls•0.65=145217 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	3645	0	-2	39081	57	10.722	27.46	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.4 (x=5.60m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 95.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 29.03 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2850.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 2143437.50 cm⁴; Jy = 213750.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2143437.50 cm⁴; Jeta = 213750.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-7179	0	0	0	0

2	0	2848	0	0	0	0
3	0	0	0	0	9166	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-68059.567134$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 1.72629 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.29056 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-7179.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.26; MxiR= -12712.84; MyiR= 57.16

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 12712.97$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 7179.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.7709 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1472$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6240$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=29.03 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=2850.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft}=14.51 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 4.49 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=14.51 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 3.57 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=91.50 \text{ cm}$

Aftesa max (comb. 2)=27.46 cm² e $A_{fcompr \text{ max}}$ (comb. 1)=10.18 cm² < $0.04 \cdot Area_{Cls} = 114.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=2850.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=1.57 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000551$

Armatura tesa massima : $A_f=27.46 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009634$

Armatura tesa minima : $A_f=14.51 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005093$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=9165.80 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=315.7538 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=9165.80 \text{ Kg}$; $d=91.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata=4.50 cm²/m

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 33426.58 \text{ Kg}$

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20834.24 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=9165.80 \text{ Kg}$; $d=91.60 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=1.98 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}=28.56 \text{ cm}$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
	-15.00	-47.50	1.73
2	-15.00	47.50	-10.45
3	15.00	47.50	-10.45
4	15.00	-47.50	1.73

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-15.30	16.00	-2.40
2	-4.00	-15.20	14.00	-2.41
3	4.00	-15.20	14.00	-2.41
4	11.00	-15.30	16.00	-2.40
5	-11.50	44.00	10.00	-10.00
6	11.50	44.00	10.00	-10.00
7	11.00	-20.90	18.00	-1.68
8	3.00	-20.90	18.00	-1.68
9	-4.00	-20.90	18.00	-1.68
10	-11.00	-20.90	18.00	-1.68
11	11.60	-44.10	18.00	1.29
12	3.87	-44.10	18.00	1.29
13	-3.87	-44.10	18.00	1.29
14	-11.60	-44.10	18.00	1.29

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-34.03
2	15.00	-34.03

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=145217 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-7179	0	0	-12713	57	1.771	18.85	10.18	N	
2	0	2848	0	-2	39081	57	13.724	27.46	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.5 (x=6.10 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39 \text{ Kg/cm}^2$; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 95.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 29.03 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2850.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 2143437.50 cm⁴; Jy = 213750.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 2143437.50 cm⁴; Jeta = 213750.00 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-10564	0	0	0	0
2	0	2222	0	0	0	0
3	0	0	0	0	9166	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-0.000000; b=-2000.000000; c=-68059.567134
 Angolo asse neutro-asse x : α= -180.00000 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : εc = 1.72629 / 1000

Deformazione massima acciaio : εf = -10.00000 / 1000

Deformazione minima acciaio : εf' = 1.29056 / 1000

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-10564.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= 0.26; MxiR= -12712.84; MyiR= 57.16

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=12712.97; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=10564.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.2034 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) (x/d= 0.1472)

δ = 0.44 + 1.25•(0.6 + 0.0014/εcu)•x/d = 0.6240

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (Aftot=29.03 cm²; AreaCls=2850.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 3): Aft=14.51 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=4.49 cm²

Aft=14.51 cm² > 0.0013•bt•d=3.57 cm²

con: bt=30.00 cm; d=91.50 cm

Aftesa max (comb. 2)=27.46 cm² e Afcompr max (comb. 1)=10.18 cm² < 0.04•AreaCls=114.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=2850.00 cm², f_{yk} =304.11 MPa

Armatura compressa minima: A_f =1.57 cm²; ρ_{comp} =0.000551

Armatura tesa massima : A_f =27.46 cm²; ρ =0.009634

Armatura tesa minima : A_f =14.51 cm²; ρ =0.005093

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; V_{su} =9166.00 Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f$ =315.7607 < f_{yd} =2246.4000 Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (f_{cd} =78.3900, f_{ctd} =7.59, f_{ck} =166.00 in Kg/cm²)

V_{Ed} =9166.00 Kg; d =91.60 cm; b_w =30.00 cm, α_c =1.0000, $\cot(\theta)$ =2.5000, $A_{sw/s}$ progettata=4.50 cm²/m

$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 33426.58$ Kg

$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 20834.24$ Kg

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: N_b =2, Area singola staffa: A_{1s} =0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (f_{ydSt} =2246.40 Kg/cm²)

V_{Ed} =9166.00 Kg; d =91.60 cm; b_w =30.00 cm, $\cot(\theta)$ =2.5000

da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}$ =1.98 cm²/m

$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 28.56$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-47.50	1.73
2	-15.00	47.50	-10.45
3	15.00	47.50	-10.45
4	15.00	-47.50	1.73

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-11.00	-15.30	16.00	-2.40
2	-4.00	-15.20	14.00	-2.41
3	4.00	-15.20	14.00	-2.41
4	11.00	-15.30	16.00	-2.40
5	-11.50	44.00	10.00	-10.00
6	11.50	44.00	10.00	-10.00
7	11.00	-20.90	18.00	-1.68
8	3.00	-20.90	18.00	-1.68
9	-4.00	-20.90	18.00	-1.68
10	-11.00	-20.90	18.00	-1.68
11	11.60	-44.10	18.00	1.29
12	3.87	-44.10	18.00	1.29
13	-3.87	-44.10	18.00	1.29
14	-11.60	-44.10	18.00	1.29

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-34.03
2	15.00	-34.03

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=145217 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)		
1	0	-10564	0	0	-12713	57	1.203	18.85	10.18	N	
2	0	2222	0	-2	39081	57	17.587	27.46	1.57	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si può notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave. Per le sollecitazioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente ($\Phi 6$ passo 24 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

5.1.3.4.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3 le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.1.3.5 Trave N° 9-12 (quota +3.50)

La trave in c.a. di cui si tratta, di sezione ad "L" (B=60 cm; H=30 cm, b=30 cm, h=20 cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta la lunghezza della trave e altezza pari a 20 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18$ mm. Per la verifica è stata presa in considerazione la sezione più sollecitata.

Sez.1 (x=0.70m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: $B_a = 30.00$ cm; Altezza tot.: $H=50.00$ cm
 Larghezza ala: $b_a = 60.00$ cm; Spessore ala: $s_a=20.00$ cm
 Rotazione: $rot = 180.00$ gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 23.88$ cm²
 Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 2100.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 428928.57$ cm⁴; $J_y = 543214.29$ cm⁴; $J_{xy} = -192857.14$ cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 687216.11$ cm⁴; $J_{eta} = 284926.75$ cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 0.93$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-3636	0	0	0	0
2	0	3078	0	0	0	0
3	0	0	0	0	6741	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-196.034281$; $b=-1990.369453$; $c=-41522.610857$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-185.62500$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.22830 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.22834 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-2175.16$; $M_{yiS}=-2913.12$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R= 0.56$; $M_{xiR}=-3493.44$; $M_{yiR}=-4608.69$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $N_S=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=5783.09$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=3635.60$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.5907 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1822$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6678$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot} = 23.88 \text{ cm}^2$; $Area_{cls} = 2100.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 3): $A_{ft} = 11.94 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 3.43 \text{ cm}^2$

$A_{ft} = 11.94 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 2.72 \text{ cm}^2$

con: $b_t = 39.37 \text{ cm}$; $d = 53.18 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}}$ (comb. 2) = 22.37 cm^2 e $A_{fcompr \text{ max}}$ (comb. 1) = $10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{cls} = 84.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls} = 2100.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk} = 304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f = 1.51 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp} = 0.000718$

Armatura tesa massima : $A_f = 22.37 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.010651$

Armatura tesa minima : $A_f = 11.94 \text{ cm}^2$; $\rho = 0.005685$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su} = 6741.20 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr} = V_{su}/A_f = 282.3409 < f_{yd} = 2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd} = 78.3900$, $f_{ctd} = 7.59$, $f_{ck} = 166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed} = 1915.10 \text{ Kg}$; $d = 58.96 \text{ cm}$; $b_w = 16.52 \text{ cm}$, $\alpha_c = 1.0000$, $\cot(\theta) = 2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata = $2.48 \text{ cm}^2/\text{m}$

$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 11845.49 \text{ Kg}$

$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 7383.10 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b = 2$, Area singola staffa: $A_{1s} = 0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt} = 2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed} = 1915.10 \text{ Kg}$; $d = 58.96 \text{ cm}$; $b_w = 16.52 \text{ cm}$, $\cot(\theta) = 2.5000$

da $V_{Ed} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s} = 0.64 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 88.00 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	23.57	20.71	-10.80
2	23.57	-29.29	1.50
3	-6.43	-29.29	2.23
4	-6.43	0.71	-5.15
5	-36.43	0.71	-4.43
6	-36.43	20.71	-9.35

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-33.23	17.51	8.00	-8.64
2	-4.00	17.81	8.00	-9.42
3	20.00	17.81	8.00	-10.00
4	-3.53	-6.00	8.00	-3.57
5	4.00	-5.89	8.00	-3.78
6	13.00	-5.89	8.00	-4.00
7	20.67	-6.00	8.00	-4.16
8	19.87	-11.00	18.00	-2.91
9	12.00	-11.00	18.00	-2.72

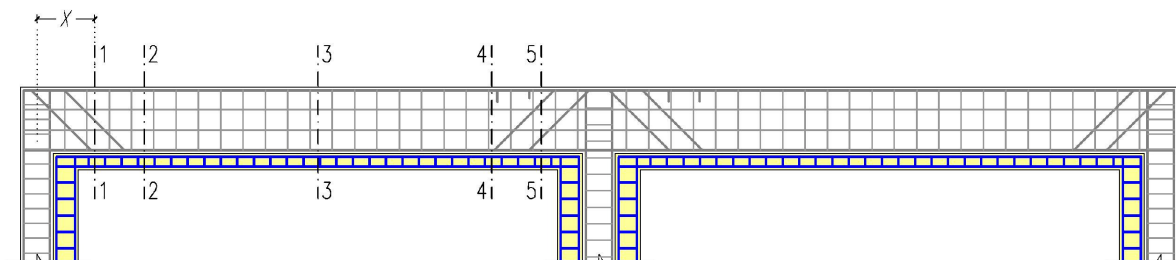
10	5.00	-11.00	18.00	-2.55
11	-2.73	-11.00	18.00	-2.36
12	19.87	-25.59	18.00	0.68
13	12.34	-25.59	18.00	0.86
14	4.80	-25.59	18.00	1.05
15	-2.73	-25.59	18.00	1.23

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	23.57	-23.18
2	-6.43	-20.23

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=107002 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)		
1	0	-2175	-2913	1	-3493	-4609	1.591	13.70	10.18	N	
2	0	1842	2466	-0	8290	11269	4.545	22.37	1.51	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si puo' notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave. Per le sollecitazioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente ($\Phi 6$ passo 25 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

5.1.4 Copertura (Trave N° 5-6-7)



La trave di cui si tratta (B=30 cm; H=80 cm) sarà rinforzata con un elemento all'intradosso in c.a., parti di una struttura a telaio che interessa anche i pilastri, per tutta

la lunghezza della trave e altezza pari a 30 cm. Questo sarà armato con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 18\text{mm}$.

Sez.1 (x=0.70m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 110.00 cm
Rotazione: rot = 0.00 gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 33.83$ cm^2
Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3300.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gcls} = 0.00$ cm; $Y_{gcls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 3327500.00$ cm^4 ; $J_y = 247500.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3327500.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 247500.00$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-1156	0	0	0	0
2	0	0	0	0	7151	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-74295.220688$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.000000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.00933 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.000000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 1.62665 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=-1156.20$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.87; MxiR= -16389.42; MyiR= 51.61

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)/^{1/2}=16389.51; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)/^{1/2}=1156.20

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 14.1753 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d=0.1673$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6491$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=33.83 cm²; AreaCls=3300.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 2): Aft=16.92 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=5.24 cm²

Aft=16.92 cm² > 0.0013•bt•d=4.16 cm²

con: bt=30.00 cm; d=106.70 cm

Aftesa max (comb. 1)=23.66 cm² e Afcompr max (comb. 1)=10.18 cm² < 0.04•AreaCls=132.00 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3300.00 cm², fyk=304.11 MPa

Armatura compressa minima: Af=10.18 cm²; $\rho_{comp}=0.003084$

Armatura tesa massima : Af=23.66 cm²; $\rho=0.007169$

Armatura tesa minima : Af=16.92 cm²; $\rho=0.005127$

Verifiche positive: $1.4/fyk < \rho < \rho_{comp} + 3.5/fyk$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14$ mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; Vsu=7151.00 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=211.3495 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=7151.00 Kg; d=106.70 cm; bw=30.00 cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.50 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 38936.85$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24268.70$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=7151.00 Kg; d=106.70 cm; bw=30.00 cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=1.33 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 75.82$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-55.00	2.01
2	-15.00	55.00	-10.37
3	15.00	55.00	-10.37
4	15.00	-55.00	2.01

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-23.30	16.00	-1.56

2	0.00	-23.30	16.00	-1.56
3	-11.00	-23.30	16.00	-1.56
4	11.00	-28.40	18.00	-0.98
5	4.00	-28.40	18.00	-0.98
6	-4.00	-28.40	18.00	-0.98
7	-12.00	-28.40	18.00	-0.98
8	11.60	-51.60	18.00	1.63
9	3.87	-51.60	18.00	1.63
10	-3.87	-51.60	18.00	1.63
11	-11.60	-51.60	18.00	1.63
12	-5.00	-23.40	18.00	-1.55
13	5.00	-23.40	18.00	-1.55
14	-11.70	51.70	10.00	-10.00
15	-0.00	51.70	10.00	-10.00
16	11.70	51.70	10.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.15
2	15.00	-37.15

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=168147 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-1156	0	-1	-16389	52	14.175	23.66	10.18	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.2 (x=3.40 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 110.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 33.83 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3300.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$

Momenti d'inerzia: $J_x = 3327500.00 \text{ cm}^4$; $J_y = 247500.00 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3327500.00 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 247500.00 \text{ cm}^4$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	8639	0	0	0	0
2	0	0	0	0	3309	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=0.000000$; $b=2000.000000$; $c=-41269.940067$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 0.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.35697 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.16390 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=0.00$; $M_{xiS}=8639.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R= 2.07$; $M_{xiR}= 53491.64$; $M_{yiR}= 57.16$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=53491.67$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=8639.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 6.1919 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.3224$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.8430$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=33.83 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=3300.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=16.92 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 5.24 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=16.92 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 4.16 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=106.60 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}}(\text{comb. 1})=31.48 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}}(\text{comb. 1})=2.36 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot A_{cls}=132.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls= 3300.00 cm^2 , $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=2.36 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.000714$

Armatura tesa massima : $A_f=31.48 \text{ cm}^2$; $\rho=0.009539$

Armatura tesa minima : $A_f=16.92 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005127$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\emptyset \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=3309.40 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=97.8101 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)
 $V_{Ed}=3309.40$ Kg; $d=106.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 4.50 cm²/m
 $VR_{cd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 38936.85$ Kg
 $VR_{sd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24268.70$ Kg
 $V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027$ cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)
 $V_{Ed}=3309.40$ Kg; $d=106.70$ cm; $b_w=30.00$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=0.61$ cm²/m
 $s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw} = 163.83$ cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-55.00	-7.70
2	-15.00	55.00	3.50
3	15.00	55.00	3.50
4	15.00	-55.00	-7.70

BARE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-23.30	16.00	-4.47
2	0.00	-23.30	16.00	-4.47
3	-11.00	-23.30	16.00	-4.47
4	11.00	-28.40	18.00	-4.99
5	4.00	-28.40	18.00	-4.99
6	-4.00	-28.40	18.00	-4.99
7	-12.00	-28.40	18.00	-4.99
8	11.60	-51.60	18.00	-7.36
9	3.87	-51.60	18.00	-7.36
10	-3.87	-51.60	18.00	-7.36
11	-11.60	-51.60	18.00	-7.36
12	-5.00	-23.40	18.00	-4.48
13	5.00	-23.40	18.00	-4.48
14	-11.70	51.70	10.00	3.16
15	-0.00	51.70	10.00	3.16
16	11.70	51.70	10.00	3.16

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	20.63
2	15.00	20.63

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=168147 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	8639	0	2	53492	57	6.192	31.48	2.36	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.3 (x=5.60 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 110.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 33.83$ cm^2

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3300.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 3327500.00$ cm^4 ; $J_y = 247500.00$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3327500.00$ cm^4 ; $J_{eta} = 247500.00$ cm^4 ;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-5160	0	0	0	0
2	0	0	0	0	9933	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-74295.220688$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.00933 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 1.62665 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=0.00$; $M_{xiS}=-5160.00$; $M_{yiS}=0.00$; $T_{xiS}=0.00$; $T_{yiS}=0.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR = -0.87$; $M_{xiR} = -16389.42$; $M_{yiR} = 51.61$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost$.

$MR = ((M_{xiR}-M_{xi0})^2 + (M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 16389.51$; $MS = ((M_{xiS}-M_{xi0})^2 + (M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2} = 5160.00$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 3.1763 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1673$)

$$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6491$$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=33.83 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=3300.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=16.92 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 5.24 \text{ cm}^2$

$$A_{ft}=16.92 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 4.16 \text{ cm}^2$$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=106.70 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}}$ (comb. 1)= 23.66 cm^2 e $A_{fcompr \text{ max}}$ (comb. 1)= $10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=132.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=3300.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=10.18 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.003084$

Armatura tesa massima : $A_f=23.66 \text{ cm}^2$; $\rho=0.007169$

Armatura tesa minima : $A_f=16.92 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005127$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=9933.00 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=293.5722 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00 \text{ in Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=9933.00 \text{ Kg}$; $d=106.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata= $4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$VR_{cd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 38936.85 \text{ Kg}$$

$$VR_{sd} = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24268.70 \text{ Kg}$$

$V_{Ed} < \min(VR_{sd}, VR_{cd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.5027 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=9933.00 \text{ Kg}$; $d=106.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $Asw/s=1.84 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$s = 100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / Asw = 54.58 \text{ cm}$$

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-55.00	2.01
2	-15.00	55.00	-10.37
3	15.00	55.00	-10.37
4	15.00	-55.00	2.01

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	-23.30	16.00	-1.56
2	0.00	-23.30	16.00	-1.56
3	-11.00	-23.30	16.00	-1.56
4	11.00	-28.40	18.00	-0.98
5	4.00	-28.40	18.00	-0.98
6	-4.00	-28.40	18.00	-0.98
7	-12.00	-28.40	18.00	-0.98
8	11.60	-51.60	18.00	1.63

9	3.87	-51.60	18.00	1.63
10	-3.87	-51.60	18.00	1.63
11	-11.60	-51.60	18.00	1.63
12	-5.00	-23.40	18.00	-1.55
13	5.00	-23.40	18.00	-1.55
14	-11.70	51.70	10.00	-10.00
15	-0.00	51.70	10.00	-10.00
16	11.70	51.70	10.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.15
2	15.00	-37.15

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=168147 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-5160	0	-1	-16389	52	3.176	23.66	10.18	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Sez.4 (x=6.10 m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 110.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 33.83 cm²

Copri ferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3300.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 3327500.00 cm⁴; Jy = 247500.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 3327500.00 cm⁴; Jeta = 247500.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0	-10745	0	0	0	0
2	0	0	0	0	11835	0

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):
Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-0.000000$; $b=-2000.000000$; $c=-74295.220688$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-180.00000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 2.00933 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -10.00000 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 1.62665 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=0.00; MxiS=-10744.70; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR= -0.87; MxiR= -16389.42; MyiR= 51.61

Mxi0=0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=16389.51$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=10744.70$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.5254 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI δ (p 4.1.1.1 NTC2008) ($x/d = 0.1673$)

$\delta = 0.44 + 1.25 \cdot (0.6 + 0.0014/\epsilon_{cu}) \cdot x/d = 0.6491$

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE ($A_{fTot}=33.83 \text{ cm}^2$; $Area_{Cls}=3300.00 \text{ cm}^2$)

Armatura tesa (comb. 2): $A_{ft}=16.92 \text{ cm}^2 > 0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d / f_{yk} = 5.24 \text{ cm}^2$

$A_{ft}=16.92 \text{ cm}^2 > 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 4.16 \text{ cm}^2$

con: $b_t=30.00 \text{ cm}$; $d=106.70 \text{ cm}$

$A_{ftesa \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=23.66 \text{ cm}^2$ e $A_{fcompr \text{ max}} \text{ (comb. 1)}=10.18 \text{ cm}^2 < 0.04 \cdot Area_{Cls}=132.00 \text{ cm}^2$

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

$Area_{cls}=3300.00 \text{ cm}^2$, $f_{yk}=304.11 \text{ MPa}$

Armatura compressa minima: $A_f=10.18 \text{ cm}^2$; $\rho_{comp}=0.003084$

Armatura tesa massima : $A_f=23.66 \text{ cm}^2$; $\rho=0.007169$

Armatura tesa minima : $A_f=16.92 \text{ cm}^2$; $\rho=0.005127$

Verifiche positive: $1.4/f_{yk} < \rho < \rho_{comp} + 3.5/f_{yk}$; $\rho_{comp} > 0.25 \cdot \rho$;

Sono presenti almeno due barre $\varnothing \geq 14 \text{ mm}$ nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRACIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=11835.40 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=349.7980 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=11835.40 \text{ Kg}$; $d=106.70 \text{ cm}$; $b_w=30.00 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0000$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $4.50 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 38936.85 \text{ Kg}$

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24268.70 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow \text{VERIFICA POSITIVA}$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
 con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)
 VEd=11835.40 Kg; d=106.70 cm; bw=30.00 cm, cot(θ)=2.5000
 da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=2.19 cm²/m
 s= 100•Nb•A1s/Asw= 45.81 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-15.00	-55.00	2.01
2	-15.00	55.00	-10.37
3	15.00	55.00	-10.37
4	15.00	-55.00	2.01

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	11.00	-23.30	16.00	-1.56
2	0.00	-23.30	16.00	-1.56
3	-11.00	-23.30	16.00	-1.56
4	11.00	-28.40	18.00	-0.98
5	4.00	-28.40	18.00	-0.98
6	-4.00	-28.40	18.00	-0.98
7	-12.00	-28.40	18.00	-0.98
8	11.60	-51.60	18.00	1.63
9	3.87	-51.60	18.00	1.63
10	-3.87	-51.60	18.00	1.63
11	-11.60	-51.60	18.00	1.63
12	-5.00	-23.40	18.00	-1.55
13	5.00	-23.40	18.00	-1.55
14	-11.70	51.70	10.00	-10.00
15	-0.00	51.70	10.00	-10.00
16	11.70	51.70	10.00	-10.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-37.15
2	15.00	-37.15

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;., C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=168147 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	0	-10745	0	-1	-16389	52	1.525	23.66	10.18	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si puo' notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta la lunghezza della trave. Per le sollecitazioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella

struttura esistente ($\Phi 8$ passo 31 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 20 cm.

5.1.4.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

Omissis....rispetto a quanto esposto nella precedente verifica al punto 5.1.1.1.3

le sollecitazioni presenti sono minori di quelle relative ai casi precedenti, ma le perforazioni armate saranno posizionate ad un interasse di 60 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.2 Verifica dei Pilastri in C.A.

5.2.1 Pilastri N° 1 – 3 – 10 – 12

I pilastri di cui si tratta (a sezione quadrata di dimensioni 40x40 cm) saranno rinforzati con elementi aggiunti in c.a. di larghezza pari al lato del pilastro e altezza di 30 cm, armati con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm.

Per la verifica è stato preso in considerazione il pilastro più sollecitato (pilastro N°1) situato al livello del primo solaio (da quota -1.66 a quota +1.74).

Pilastro N°1 (da quota -1.66 a quota +1.74)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Ad L

Largh. anima: $B_a = 40.00$ cm; Altezza tot.: $H=70.00$ cm

Larghezza ala: $b_a = 70.00$ cm; Spessore ala: $s_a=40.00$ cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 60.44$ cm^2

Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm

Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 4000.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 1492333.33$ cm^4 ; $J_y = 1492333.33$ cm^4 ; $J_{xy} = -441000.00$ cm^4 ;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1933333.33$ cm^4 ; $J_{eta} = 1051333.33$ cm^4 ;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 0.79$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	55407	24079	18886	8430	6923	1408
2	31298	-16423	15505	7470	6538	2399
3	28618	13794	6514	16596	14749	695

4	58056	-5699	6133	-15727	14364	1687
---	-------	-------	------	--------	-------	------

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1448.494166$; $b=1379.081089$; $c=-21839.855749$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -46.40625$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.04801 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 2.72423 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=28618.00; MxiS=-1981.31; MyiS=21488.98; TxiS=15035.21; TyiS=5823.02

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR=28613.55; MxiR= -2378.66; MyiR= 25593.86

Mxi0=3.52, Myi0=450.17 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=25255.63$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=21131.57$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.1952 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 4; NS=58056.00 < Nrd=386629.95 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 4; NS=58056.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =203814.00 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=60.44 cm²; Acls=4000.00 cm²; Nsd=58056.00 Kg)

0.10•Ned/fyd=2.58 cm²; Acls•0.01=40.00 cm²; Acls•0.04=160.00 cm²;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 1; Vsu=20114.89 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=332.7843 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=14887.78 Kg; d=73.05 cm; bw=10.98 cm, $\alpha_c=1.0913$, $\cot(\theta)=1.3097$, Asw/s progettata=8.15 cm²/m

$VRcd=0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 14887.78$ Kg

$VRsd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 15759.06$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TORSIONE (fcd=78.39 Kg/cm²)

comb.: 2; TE_d=239900.00 Kgcm;

$TRcd=2 \cdot A \cdot t \cdot 0.5 \cdot fcd \cdot \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2) = 1165717.22$ Kgcm

con: A=3018.76 cm²; t=14.2857 cm; $\cot(\theta)=2.500000$, um=250.4000 cm

Area ferri longitudinali perimetrali minima AL=11.07 cm²

Staffe di progetto (As/s)=0.71 cm²/m

$TRsd=2 \cdot A \cdot (As/s) \cdot f_{yd_st} \cdot \cot(\theta) = 239900.00$ Kgcm

$TRld=2 \cdot A \cdot AL \cdot f_{yd} / (um \cdot \cot(\theta)) = 599750.00$ Kgcm

Verifica: TE_d < min(TRcd, TRsd, TRld) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TAGLIO + TORSIONE (Kg e Kgcm)

comb.: 2; VEd=2981.98; VRcd=23711.69; TE_d=239900.00; TRcd=1165717.22

TE_d/TRcd + VEd/VRcd = 0.3316 < 1 VERIFICA POSITIVA

Area ferri long. perimetrali necessaria a torsione: $Asl=11.07 \text{ cm}^2$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $Nb=3$, Area singola staffa: $A1s=0.2827 \text{ cm}^2$)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 1) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)

$V_{Ed}=16810.98 \text{ Kg}$; $d=74.88 \text{ cm}$; $bw=11.34 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=1.3097$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=8.48 \text{ cm}^2/\text{m}$

Area staffe per torsione: $A_{sw/s}=T_{Ed}/(2 \cdot A \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta))=0.71 \text{ cm}^2/\text{m}$

Area staffe per T_g e T_{or} : $A_{sw}=A_{stTg}+A_{stTor}=9.19 \text{ cm}^2/\text{m}$

$s=100 \cdot Nb \cdot A1s/A_{sw}=9.23 \text{ cm}$

$s \leq 25 \text{ cm}$

$s \leq 12 \cdot \phi_{min}=12 \cdot 1.80=21.60 \text{ cm}$

Armatura staffe adottata: $As=3.93 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow 1\phi 6$ a 3 bracci ogni 21.60 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-30.50	-30.50	-7.80
2	-30.50	39.50	-0.83
3	9.50	39.50	3.35
4	9.50	9.50	0.36
5	39.50	9.50	3.50
6	39.50	-30.50	-0.48

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	6.00	5.80	18.00	-0.37
2	-26.80	5.00	18.00	-3.88
3	5.00	-26.80	18.00	-3.72
4	-26.80	-26.80	18.00	-7.05
5	12.00	6.00	20.00	0.28
6	11.50	-5.00	20.00	-0.87
7	11.50	-16.00	20.00	-1.97
8	12.00	-27.00	20.00	-3.01
9	35.70	5.70	20.00	2.72
10	35.70	-5.10	20.00	1.65
11	35.70	-15.90	20.00	0.57
12	35.70	-26.70	20.00	-0.50
13	-27.00	11.00	20.00	-3.31
14	-16.00	11.50	20.00	-2.11
15	-5.00	11.50	20.00	-0.95
16	6.00	12.00	20.00	0.25
17	-26.70	35.70	20.00	-0.81
18	-15.90	35.70	20.00	0.31
19	-5.10	35.70	20.00	1.44
20	5.70	35.70	20.00	2.57

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-22.53	39.50
2	39.50	-25.65

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd*Acls*0.65=203814 Kg)										
V: verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm ²)	(cm ²)	

1	55407	11066	22987	55406	13418	27789	1.216	35.31	25.13	N	
2	31298	-16895	-6331	31298	-41180	-16530	2.446	39.65	20.80	N	
3	28618	-1981	21489	28614	-2379	25594	1.195	35.31	25.13	N	
4	58056	7091	-15150	58055	14967	-33635	2.144	40.24	20.20	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Dagli elaborati di calcolo si può notare come le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta lo sviluppo del pilastro. Per le verifiche al taglio il passo delle staffe necessario a risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente ($\Phi 6$ passo 15 cm) e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 15 cm.

5.2.1.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti riguardanti le verifiche delle travi (par. 5.1.1.1.3) si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo che la trave trasferisce al pilastro che risulta pari a 30482.8 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 4.56 \quad \text{Numero fori lungo la trave}$$

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.52 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo dei fori}$$

Le perforazioni armate saranno posizionate ad un interasse di 50 cm su tutta la lunghezza del pilastro.

5.2.2 Pilastri N° 2 – 11

I pilastri di cui si tratta (a sezione quadrata di dimensioni 40x40 cm) saranno rinforzati con elementi aggiunti in c.a. di larghezza pari al lato del pilastro e altezza di 30 cm, armati con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm.

Per la verifica è stato valutato il pilastro più sollecitato (pilastro N°2).

Pilastro N°2 (da quota -1.66 a quota +1.74)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm²; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm²; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: $B_a=40.00$ cm; Altezza tot.: $H=70.00$ cm
Spessore soletta: $H_s=40.00$ cm; Base superiore: $B_s=100.00$ cm
Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi
Area totale acciaio : $A_{st} = 87.96$ cm²
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5200.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 1754102.56$ cm⁴; $J_y = 3493333.33$ cm⁴; $J_{xy} = -0.00$ cm⁴;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3493333.33$ cm⁴; $J_{eta} = 1754102.56$ cm⁴;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 1.57$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	51006	6044	35077	61991	3374	39
2	61773	-342	34396	-60052	1448	273
3	41022	11636	12119	21712	1693	943
4	71756	-5934	11439	-19773	5767	708

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1978.353020$; $b=-293.460949$; $c=-26685.207138$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -98.43750$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.78668 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.08274 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=51006.00; MxiS=-61991.00; MyiS=6044.00; TxiS=3374.00; TyiS=-35077.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR=51004.66; MxiR= -76635.06; MyiR= 7303.05

Mxi0=10.28, Myi0=-286.94 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)^{1/2}=76999.77; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)^{1/2}=62303.22

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 1.2359 > 1

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 4; NS=71756.00 < Nrd=523706.06 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 4; NS=71756.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =264958.20 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=87.96 cm²; Acls=5200.00 cm²; Nsd=71756.00 Kg)

0.10•NEd/fyd=3.19 cm²; Acls•0.01=52.00 cm²; Acls•0.04=208.00 cm²;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 1; Vsu=35238.90 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=400.6032 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 2; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=33536.24 Kg; d=102.30 cm; bw=19.45 cm, $\alpha_c=1.1515$, $\cot(\theta)=1.8781$, Asw/s progettata=8.63 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 33536.24 \text{ Kg}$

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 33536.24 \text{ Kg}$

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=4, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 2) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=33536.24 Kg; d=102.30 cm; bw=19.45 cm, $\cot(\theta)=1.8781$

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=8.63 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 23.29 cm

s<= 25 cm

s<= 12•Ømin= 12•2.00= 24.00 cm

Armatura staffe adottata: As=8.63 cm²/m -> 1Ø8 a 4 bracci ogni 23.29 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-41.92	-2.49
2	-20.00	-11.92	-2.90
3	-50.00	-11.92	-5.64
4	-50.00	28.08	-6.19
5	50.00	28.08	2.96
6	50.00	-11.92	3.50
7	20.00	-11.92	0.76

8	20.00	-41.92	1.16
---	-------	--------	------

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ef x1000
1	-23.00	-8.12	20.00	-3.23
2	-23.50	1.00	20.00	-3.40
3	-23.50	15.00	20.00	-3.59
4	-23.00	24.28	20.00	-3.67
5	-15.00	24.28	20.00	-2.93
6	-46.00	-8.12	20.00	-5.33
7	15.00	24.28	20.00	-0.19
8	-46.20	4.00	20.00	-5.51
9	24.00	24.28	20.00	0.63
10	23.50	15.00	20.00	0.71
11	23.50	1.00	20.00	0.90
12	23.00	-8.12	20.00	0.98
13	46.20	24.00	20.00	2.67
14	46.50	14.91	20.00	2.82
15	46.50	0.58	20.00	3.01
16	46.00	-8.12	20.00	3.08
17	16.20	-14.00	20.00	0.44
18	4.00	-15.00	20.00	-0.66
19	-4.00	-15.00	20.00	-1.40
20	-16.20	-15.00	20.00	-2.51
21	16.20	-37.00	20.00	0.75
22	5.00	-38.12	20.00	-0.26
23	-5.00	-38.12	20.00	-1.17
24	-16.00	-38.12	20.00	-2.18
25	16.20	-8.12	20.00	0.36
26	-46.20	14.00	20.00	-5.65
27	-16.20	-8.12	20.00	-2.60
28	-46.20	24.28	20.00	-5.79

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	17.65	28.08
2	7.27	-41.92

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=264958 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	51006	-61991	6044	51005	-76635	7303	1.236	53.41	34.56	N	
2	61773	60052	-342	61777	76470	-74	1.273	50.27	37.70	N	
3	41022	-21712	11636	41022	-63862	34531	2.939	59.69	28.27	N	
4	71756	19773	-5934	71759	68905	-19357	3.479	53.41	34.56	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°2 (da quota +1.74 a quota +5.14)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
 Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
 Percent. torsione limite ($TorSoll/TorRes$) $\cdot 100=20.00$ %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: $B_a=40.00$ cm; Altezza tot.: $H=70.00$ cm
 Spessore soletta: $H_s=40.00$ cm; Base superiore: $B_s=100.00$ cm
 Rotazione: $rot = 0.00$ gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 85.58$ cm^2
 Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5200.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 1754102.56$ cm^4 ; $J_y = 3493333.33$ cm^4 ; $J_{xy} = -0.00$ cm^4 ;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3493333.33$ cm^4 ; $J_{eta} = 1754102.56$ cm^4 ;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 1.57$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg , Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	20151	16927	8525	11461	2869	489
2	43600	-3993	7825	10135	535	273
3	27632	10240	23954	32193	1874	464
4	35784	2694	23294	30867	458	601

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1847.759065$; $b=765.366865$; $c=-26927.676443$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -67.50000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.75559 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.10029 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg , $Kg\cdot m$):

$NS=27632.00$; $M_{xiS}=-32193.00$; $M_{yiS}=10240.00$; $T_{xiS}=1874.00$; $T_{yiS}=-23954.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg , $Kg\cdot m$):

$NR=27629.73$; $M_{xiR}=-72765.45$; $M_{yiR}=23663.93$

$M_{xi0}=-0.61$, $M_{yi0}=-177.88$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost$.

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=76572.39$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=33837.27$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.2630 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 2; $NS=43600.00 < N_{rd}=518342.54$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"
Comb. n.ro: 2; NS=43600.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =264958.20 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=85.58 cm²; Acls=5200.00 cm²; Nsd=43600.00 Kg)
0.10•NEd/fyd=1.94 cm²; Acls•0.01=52.00 cm²; Acls•0.04=208.00 cm²;
VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=24027.19 Kg; τmaxTr=Vsu/Af=280.7670 < fyd=2246.4000 Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)
VEd=22847.76 Kg; d=102.55 cm; bw=14.75 cm, αc=1.0678, cot(θ)=1.9916, Asw/s progettata=5.53 cm²/m
VRcd= 0.9•bw•d•αc•fcd•0.5•(cot(90°)+cot(θ))/(1+ cot(θ)²) = 22847.76 Kg
VRsd= 0.9•d•(Asw/s)•fyd_st•(cot(90°) + cot(θ))•sin(90°) = 22847.76 Kg
VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=4, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,
con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=22847.76 Kg; d=102.55 cm; bw=14.75 cm, cot(θ)=1.9916

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=5.53 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 20.44 cm

s<= 25 cm

s<= 12•Ømin= 12•1.80= 21.60 cm

Armatura staffe adottata: As=5.53 cm²/m -> 1Ø6 a 4 bracci ogni 20.44 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-20.00	-41.92	-3.86
2	-20.00	-11.92	-2.94
3	-50.00	-11.92	-5.17
4	-50.00	28.08	-3.94
5	50.00	28.08	3.50
6	50.00	-11.92	2.27
7	20.00	-11.92	0.04
8	20.00	-41.92	-0.89

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-23.00	-8.12	20.00	-3.04
2	-23.50	1.00	20.00	-2.80
3	-23.50	15.00	20.00	-2.37
4	-46.20	24.28	20.00	-3.77
5	-46.00	-8.12	20.00	-4.76
6	-46.20	4.00	20.00	-4.40
7	-24.00	24.28	20.00	-2.12
8	23.50	15.00	20.00	1.13
9	23.50	1.00	20.00	0.69
10	23.00	-8.12	20.00	0.38
11	-16.30	-8.22	18.00	-2.55
12	46.50	14.91	20.00	2.83
13	46.50	0.58	20.00	2.39
14	46.00	-8.12	20.00	2.09
15	16.20	-14.00	20.00	-0.31
16	4.00	-15.00	20.00	-1.25

17	-4.00	-15.00	20.00	-1.84
18	-16.20	-15.00	20.00	-2.75
19	16.20	-37.00	20.00	-1.02
20	5.00	-38.12	20.00	-1.89
21	-5.00	-38.12	20.00	-2.63
22	-16.00	-38.12	20.00	-3.45
23	-46.20	14.00	20.00	-4.09
24	-16.00	24.38	18.00	-1.52
25	16.30	-9.00	18.00	-0.15
26	16.00	24.38	18.00	0.86
27	23.00	24.28	20.00	1.37
28	46.20	24.28	20.00	3.10

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	2.94	28.08
2	20.00	-13.10

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=264958 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	20151	-11461	16927	20146	-30199	45163	2.649	58.50	27.08	N	
2	43600	-10135	-3993	43599	-59703	-22269	5.894	51.62	33.96	N	
3	27632	-32193	10240	27630	-72765	23664	2.263	57.90	27.68	N	
4	35784	-30867	2694	35780	-72652	6296	2.353	51.62	33.96	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°2 (da quota +5.14 a quota +8.59)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 40.00 cm; Base (cm):: H = 100.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 58.31 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 4000.00 \text{ cm}^2$; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00 \text{ cm}$; $Y_{gCls} = 0.00 \text{ cm}$

Momenti d'inerzia: $J_x = 3333333.33 \text{ cm}^4$; $J_y = 533333.33 \text{ cm}^4$; $J_{xy} = 0.00 \text{ cm}^4$;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3333333.33 \text{ cm}^4$; $J_{eta} = 533333.33 \text{ cm}^4$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = -0.00 \text{ rad}$;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	10648	13009	8988	822	1351	1465
2	11334	510	1754	10023	6004	1217
3	9724	-14081	9406	332	1506	860
4	16077	930	2177	8990	6251	612

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 2):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1999.661164$; $b=36.813460$; $c=-18207.942978$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -88.94531$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -7.64832 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 2.35250 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=11334.00$; $M_{xiS}=510.00$; $M_{yiS}=10023.00$; $T_{xiS}=1754.00$; $T_{yiS}=6004.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=11335.80$; $M_{xiR}= 1293.38$; $M_{yiR}= 22449.08$

$M_{xi0}=0.36$, $M_{yi0}=3.96$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=22482.38$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=10032.03$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.2411 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 4; $NS=16077.20 < N_{rd}=381831.00 \text{ Kg}$ **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 4; $NS=16077.20 < N_{rd}=0.65 \cdot A_{cls} \cdot f_{cd} = 203814.00 \text{ Kg}$ **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. ($A_{fTot}=58.31 \text{ cm}^2$; $A_{cls}=4000.00 \text{ cm}^2$; $N_{sd}=16077.20 \text{ Kg}$)

$0.10 \cdot N_{Ed}/f_{yd}=0.72 \text{ cm}^2$; $A_{cls} \cdot 0.01=40.00 \text{ cm}^2$; $A_{cls} \cdot 0.04=160.00 \text{ cm}^2$;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente ($\leq 25 \text{ cm}$) **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=9525.80 \text{ Kg}$; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=163.3705 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm^2)

$V_{Ed}=4687.64 \text{ Kg}$; $d=102.27 \text{ cm}$; $b_w=15.27 \text{ cm}$, $\alpha_c=1.0340$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= $1.21 \text{ cm}^2/\text{m}$

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 19645.90 \text{ Kg}$

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 6264.68 \text{ Kg}$

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=3, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 4) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=2329.75 Kg; d=38.03 cm; bw=100.03 cm, cot(θ)=2.5000

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=1.21 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 69.99 cm

s<= 25 cm

s<= 12•Ømin= 12•1.60= 19.20 cm

Armatura staffe adottata: As=4.42 cm²/m -> 1Ø6 a 3 bracci ogni 19.20 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-20.00	-50.00	-8.89
2	-20.00	50.00	-8.35
3	20.00	50.00	3.50
4	20.00	-50.00	2.95

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	16.40	16.00	16.00	2.25
2	16.40	-15.00	16.00	2.08
3	-16.40	-17.00	16.00	-7.65
4	-16.40	16.00	16.00	-7.47
5	16.20	-21.00	20.00	1.99
6	4.00	-21.50	20.00	-1.63
7	-4.00	-21.50	20.00	-4.00
8	-16.20	-22.00	20.00	-7.62
9	-16.20	22.00	20.00	-7.38
10	-4.00	21.50	20.00	-3.77
11	4.00	21.50	20.00	-1.40
12	16.20	21.00	20.00	2.22
13	-15.00	46.20	20.00	-6.89
14	-4.00	46.20	20.00	-3.63
15	4.00	46.20	20.00	-1.26
16	16.20	46.00	20.00	2.35
17	16.00	-46.20	20.00	1.79
18	4.00	-46.20	20.00	-1.76
19	-4.00	-46.20	20.00	-4.13
20	-15.00	-46.20	20.00	-7.39

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	8.19	50.00
2	10.03	-50.00

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=203814 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	10648	13009	822	10646	54836	3812	4.217	42.60	15.71	N	
2	11334	510	10023	11336	1293	22449	2.241	41.72	16.59	N	
3	9724	-14081	332	9724	-55347	1797	3.932	45.74	12.57	N	
4	16077	930	8990	16080	2247	22861	2.543	41.72	16.59	N	

Le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta lo sviluppo del pilastro. Per le azioni di taglio il passo delle staffe necessario a soddisfare le verifiche risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente, e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 15 cm.

5.2.2.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo che la trave trasferisce al pilastro che risulta pari a 31982 Kg.

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 4.78 \quad \text{Numero fori lungo la trave}$$

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.52 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo dei fori}$$

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 50 cm su tutta la lunghezza della trave.

5.2.3 Pilastri N° 5 – 7

I pilastri di cui si tratta saranno rinforzati con elementi aggiunti in c.a. di larghezza pari ai lati del pilastro e altezza di 30 cm, armati con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm.

Per la verifica è stato preso in considerazione il pilastro più sollecitato (pilastro N°5).

Pilastro N°5 (da quota -1.66 a quota +1.74)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2

$f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)

Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: $B_a=40.00$ cm; Altezza tot.: $H=80.00$ cm

Spessore soletta: $H_s=50.00$ cm; Base superiore: $B_s=100.00$ cm

Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 90.67$ cm^2

Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm

Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 6200.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2680053.76$ cm^4 ; $J_y = 4326666.67$ cm^4 ; $J_{xy} = -0.00$ cm^4 ;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 4326666.67$ cm^4 ; $J_{eta} = 2680053.76$ cm^4 ;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = 1.57$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	124676	-33223	7873	1127	20582	549
2	70207	26886	8263	12635	18218	1979
3	103444	9729	35158	-53618	5610	1238
4	91441	-3392	34768	52255	3246	2669

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 4):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1927.552132$; $b=-533.425515$; $c=-23288.778537$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -105.46875$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.46589 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.13367 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=91441.00$; $M_{xiS}=-52255.00$; $M_{yiS}=-3392.00$; $T_{xiS}=3246.00$; $T_{yiS}=-34768.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=91443.11$; $M_{xiR}=-85198.67$; $M_{yiR}=-4619.47$

Mxi0=-13.98, Myi0=-920.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=85292.92$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=52327.40$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.6300 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 1; NS=124676.00 < Nrd=592487.32 Kg **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 1; NS=124676.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =315911.70 Kg **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=90.67 cm²; Acls=6200.00 cm²; Nsd=124676.00 Kg)
 $0.10 \cdot NEd/fyd=5.55$ cm²; $Acls \cdot 0.01=62.00$ cm²; $Acls \cdot 0.04=248.00$ cm²;
VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=35602.77 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=392.6789 < fyd=2246.4000$ Kg/cm²
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 4; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=32642.82 Kg; d=105.41 cm; bw=17.73 cm, $\alpha_c=1.1881$, $\cot(\theta)=1.8623$, Asw/s progettata=8.23 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 32642.82$ Kg

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fyd_{st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 32642.82$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=4, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 4) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=32642.82 Kg; d=105.41 cm; bw=17.73 cm, $\cot(\theta)=1.8623$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fydSt \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=8.23 cm²/m

$s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 24.44$ cm

s <= 25 cm

s <= $12 \cdot \phi_{min} = 12 \cdot 1.80 = 21.60$ cm

Armatura staffe adottata: As=9.31 cm²/m -> 1Ø8 a 4 bracci ogni 21.60 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-20.00	-47.26	-1.56
2	-20.00	-17.26	-2.24
3	-50.00	-17.26	-4.70
4	-50.00	32.74	-5.83
5	50.00	32.74	2.37
6	50.00	-17.26	3.50
7	20.00	-17.26	1.04
8	20.00	-47.26	1.72

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-16.30	-14.00	18.00	-2.01
2	0.00	-13.00	18.00	-0.70
3	16.30	-14.00	18.00	0.66
4	-16.00	29.04	18.00	-2.96
5	-0.00	29.04	18.00	-1.65

6	14.00	29.04	18.00	-0.50
7	-23.50	-14.00	20.00	-2.60
8	-23.50	1.00	20.00	-2.94
9	-23.50	15.00	20.00	-3.26
10	-23.50	29.00	20.00	-3.57
11	-46.50	-13.76	20.00	-4.49
12	-46.50	0.58	20.00	-4.82
13	-46.50	14.91	20.00	-5.14
14	-46.50	29.24	20.00	-5.47
15	23.50	29.00	20.00	0.28
16	23.50	15.00	20.00	0.60
17	23.50	1.00	20.00	0.91
18	23.50	-14.00	20.00	1.25
19	46.50	29.24	20.00	2.16
20	46.50	14.91	20.00	2.48
21	46.50	0.58	20.00	2.81
22	46.50	-13.76	20.00	3.13
23	16.00	-21.00	20.00	0.80
24	3.50	-20.76	20.00	-0.23
25	-3.50	-20.76	20.00	-0.81
26	-16.00	-22.00	20.00	-1.80
27	16.50	-43.76	20.00	1.35
28	5.50	-43.76	20.00	0.45
29	-5.50	-43.76	20.00	-0.45
30	-16.50	-43.76	20.00	-1.35

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	21.14	32.74
2	-1.00	-47.26

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=315912 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	124676	-1127	-33223	124680	-2807	-74238	2.283	45.33	45.33	N	
2	70207	-12635	26886	70203	-30649	67332	2.459	61.04	29.63	N	
3	103444	53618	9729	103443	90653	17344	1.692	54.16	36.51	N	
4	91441	-52255	-3392	91443	-85199	-4619	1.630	53.56	37.10	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°5 (da quota +1.74 a quota +5.14)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yk}=3100.00$, $f_{yd}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: $B_a=40.00$ cm; Altezza tot.: $H=70.00$ cm
 Spessore soletta: $H_s=40.00$ cm; Base superiore: $B_s=100.00$ cm
 Rotazione: $\text{rot} = 0.00$ gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 83.44$ cm²
 Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 5200.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCl} = 0.00$ cm; $Y_{gCl} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 1754102.56$ cm⁴; $J_y = 3493333.33$ cm⁴; $J_{xy} = -0.00$ cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3493333.33$ cm⁴; $J_{eta} = 1754102.56$ cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x : $\theta = 1.57$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	79390	-20458	4706	7203	17785	1102
2	51849	10379	5219	8543	11630	1979
3	68263	-6890	23998	36463	4288	1161
4	62576	3486	23485	-35123	1866	266

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1740.173982$; $b=-985.796384$; $c=-26176.438073$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-119.53125$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.29276 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.98374 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=68263.00$; $M_{xiS}=-36463.00$; $M_{yiS}=-6890.00$; $T_{xiS}=4288.00$; $T_{yiS}=-23998.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R=68265.69$; $M_{xiR}=-69602.98$; $M_{yiR}=-13372.93$

$M_{xi0}=8.43$, $M_{yi0}=-499.64$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=\text{cost.}$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=70775.16$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=37010.44$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.9123 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 1; $N_S=79390.00 < N_{rd}=513543.59$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 1; $N_S=79390.00 < N_{rd}=0.65 \cdot A_{cls} \cdot f_{cd} = 264958.20$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. ($A_{fTot}=83.44$ cm²; $A_{cls}=5200.00$ cm²; $N_{sd}=79390.00$ Kg)

$0.10 \cdot N_{ed}/f_{yd}=3.53$ cm²; $A_{cls} \cdot 0.01=52.00$ cm²; $A_{cls} \cdot 0.04=208.00$ cm²;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (≤ 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; $V_{su}=24378.08$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=292.1606 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=18766.80$ Kg; $d=101.55$ cm; $b_w=12.66$ cm, $\alpha_c=1.1675$, $\cot(\theta)=2.4056$, $A_{sw/s}$ progettata= 4.63 cm²/m

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 18766.80$ Kg

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 22859.40$ Kg

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=4$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 4) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=23504.61$ Kg; $d=100.47$ cm; $b_w=31.47$ cm, $\cot(\theta)=2.4056$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=4.81$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw/s} = 23.51$ cm

$s \leq 25$ cm

$s \leq 12 \cdot \phi_{min} = 12 \cdot 1.60 = 19.20$ cm

Armatura staffe adottata: $A_s=5.89$ cm²/m \rightarrow 1Ø6 a 4 bracci ogni 19.20 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-20.00	-41.92	-0.95
2	-20.00	-11.92	-2.37
3	-50.00	-11.92	-4.89
4	-50.00	28.08	-6.79
5	50.00	28.08	1.60
6	50.00	-11.92	3.50
7	20.00	-11.92	0.98
8	20.00	-41.92	2.41

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	-23.00	-8.12	20.00	-2.81
2	-23.50	1.00	20.00	-3.28
3	-23.50	15.00	20.00	-3.95
4	-46.20	24.28	20.00	-6.29
5	-46.00	-8.12	20.00	-4.74
6	-46.20	4.00	20.00	-5.33
7	-23.00	24.28	20.00	-4.35
8	23.50	15.00	20.00	-0.00
9	23.50	1.00	20.00	0.66
10	23.00	-8.12	20.00	1.05
11	-16.00	24.48	16.00	-3.77
12	46.50	14.91	20.00	1.93
13	46.50	0.58	20.00	2.61
14	46.00	-8.12	20.00	2.98
15	16.20	-15.00	20.00	0.81
16	4.00	-15.00	20.00	-0.21
17	-4.00	-15.00	20.00	-0.88
18	-16.20	-15.00	20.00	-1.91
19	16.00	-38.12	20.00	1.89
20	5.00	-38.12	20.00	0.97
21	-5.00	-38.12	20.00	0.13
22	-16.00	-38.12	20.00	-0.79
23	-46.20	14.00	20.00	-5.80

24	-16.40	-8.32	16.00	-2.24
25	17.00	-8.32	16.00	0.56
26	16.00	24.48	16.00	-1.08
27	23.00	24.28	20.00	-0.49
28	46.20	24.28	20.00	1.46

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	30.95	28.08
2	-8.71	-41.92

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni										
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia										
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "										
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU										
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione										
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole										
(NRes=fcd•Acls•0.65=264958 Kg)										
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge										
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)	
1	79390	-7203	-20458	79386	-18409	-53002	2.628	46.87	36.57	N
2	51849	-8543	10379	51851	-37052	46065	4.326	54.29	29.15	N
3	68263	-36463	-6890	68266	-69603	-13373	1.912	50.01	33.43	N
4	62576	35123	3486	62576	76897	7635	2.187	50.01	33.43	N
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU										

Pilastro N°5 (da quota +5.14 a quota +8.59)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: Ba=30.00 cm; Altezza tot.: H=60.00 cm

Spessore soletta: Hs=30.00 cm; Base superiore: Bs=90.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 69.12 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3600.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 877500.00 cm⁴; Jy = 1890000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1890000.00 cm⁴; Jeta = 877500.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -1.57 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	44293	-14668	2785	400	12331	1560
2	33344	7596	2651	529	9157	2013
3	33941	-3512	12510	20341	3030	1991
4	32769	601	12644	-20943	142	1538

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1786.448602$; $b=-899.222659$; $c=-21500.323866$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-116.71875$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.02540 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.01307 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=33941.00; MxiS=20341.00; MyiS=3512.00; TxiS=-3030.00; TyiS=12510.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR=33940.54; MxiR= 44893.37; MyiR= 7400.10

Mxi0=0.21, Myi0=133.27 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=45477.91$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=20619.91$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.2055 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 1; NS=44293.00 < Nrd=381023.22 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 1; NS=44293.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =183432.60 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=69.12 cm²; Acls=3600.00 cm²; Nsd=44293.00 Kg)

$0.10 \cdot NEd / f_{yd} = 1.97$ cm²; $Acls \cdot 0.01 = 36.00$ cm²; $Acls \cdot 0.04 = 144.00$ cm²;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (≤ 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=12871.71 Kg; $\tau_{maxTr} = Vsu / Af = 186.2361 < f_{yd} = 2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=9811.91 Kg; d=89.31 cm; bw=11.99 cm, $\alpha_c=1.1203$, $\cot(\theta)=2.5000$, Asw/s progettata=4.23 cm²/m

$VRcd = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 14596.03$ Kg

$VRsd = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 19106.78$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TORSIONE (fcd=78.39 Kg/cm²)

comb.: 2; TEd=201300.00 Kgcm;

$TRcd = 2 \cdot A \cdot t \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2) = 834233.95$ Kgcm

con: A=2571.84 cm²; t=12.0000 cm; $\cot(\theta)=2.500000$, um=271.2000 cm

Area ferri longitudinali perimetrali minima AL=11.81 cm²

Staffe di progetto (As/s)=0.70 cm²/m

TRsd=2•A•(As/s)•fyd_st•cot(θ)=201300.00 Kgcm

TRld=2•A•AL•fyd/(um•cot(θ))=503250.00 Kgcm

Verifica: TEd < min(TRcd, TRsd, TRld) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TAGLIO + TORSIONE (Kg e Kgcm)

comb.: 3; VEd=9811.91; VRcd=14596.03; TEd=199100.00; TRcd=834233.95

TEd/TRcd + VEd/VRcd = 0.9109 < 1 VERIFICA POSITIVA

Area ferri long. perimetrali necessaria a torsione: Asl=11.81 cm²

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=4, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 1) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=12295.90 Kg; d=57.48 cm; bw=30.00 cm, cot(θ)=2.5000

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=4.23 cm²/m

Area staffe per torsione: Asw/s= TEd/(2•A•fydSt•cot(θ))=0.70 cm²/m

Area staffe per Tg e Tor: Asw= AstTg + AstTor=4.93 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 22.94 cm

s<= 25 cm

s<= 12•Ømin= 12•1.60= 19.20 cm

Armatura staffe adottata: As=5.89 cm²/m -> 1Ø6 a 4 bracci ogni 19.20 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-15.00	-37.50	-0.78
2	-15.00	-7.50	-2.22
3	-45.00	-7.50	-5.07
4	-45.00	22.50	-6.51
5	45.00	22.50	2.06
6	45.00	-7.50	3.50
7	15.00	-7.50	0.64
8	15.00	-37.50	2.08

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-12.00	19.20	16.00	-3.21
2	-12.00	-4.20	16.00	-2.09
3	12.00	-4.20	16.00	0.20
4	12.00	19.20	16.00	-0.92
5	-16.60	-4.00	18.00	-2.54
6	-16.60	4.00	18.00	-2.92
7	-16.60	12.00	18.00	-3.30
8	-16.60	19.00	18.00	-3.64
9	11.00	-9.10	18.00	0.34
10	4.00	-9.10	18.00	-0.33
11	-4.00	-9.10	18.00	-1.09
12	-11.00	-9.10	18.00	-1.76
13	16.60	20.00	18.00	-0.52
14	16.60	11.00	18.00	-0.09
15	16.60	2.00	18.00	0.34
16	16.60	-5.00	18.00	0.67
17	41.60	19.10	18.00	1.90
18	41.60	11.37	18.00	2.27
19	41.60	3.63	18.00	2.64
20	41.60	-4.10	18.00	3.01
21	11.60	-34.10	18.00	1.59
22	3.87	-34.10	18.00	0.86
23	-3.87	-34.10	18.00	0.12
24	-11.60	-34.10	18.00	-0.62
25	-41.60	-4.10	18.00	-4.91

26	-41.60	3.63	18.00	-5.28
27	-41.60	11.37	18.00	-5.65
28	-41.60	19.10	18.00	-6.03

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	23.36	22.50
2	-6.84	-37.50

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=183433 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	44293	400	14668	44292	1111	33953	2.331	34.56	34.56	N	
2	33344	529	-7596	33345	2113	-32254	4.190	44.74	24.38	N	
3	33941	20341	3512	33941	44893	7400	2.206	41.66	27.46	N	
4	32769	-20943	-601	32769	-47906	-1213	2.285	39.11	30.00	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°5 (da quota +8.59 a quota +11.30)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;

Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2

fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fctm=23.43; (in Kg/cm²)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020

Acciaio barre:

fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 60.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 26.52 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 1800.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 540000.00 cm⁴; Jy = 135000.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 540000.00 cm⁴; Jeta = 135000.00 cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	21453	-5126	617	364	4462	785
2	17238	1682	398	69	2249	880
3	20396	1249	3565	2705	1359	520
4	20445	596	3345	2476	853	615

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=855.110187$; $b=-1807.978586$; $c=-20611.757262$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -154.68750$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.96384 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.81781 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=21453.00$; $M_{xiS}=-5126.00$; $M_{yiS}=364.00$; $T_{xiS}=617.00$; $T_{yiS}=4462.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=21452.41$; $M_{xiR} = -14861.21$; $M_{yiR} = 1136.46$

$M_{xi0}=477.86$, $M_{yi0}=6.11$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=14427.70$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=4661.90$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 3.0948 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 1; $NS=21453.00 < N_{rd}=172444.99$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 1; $NS=21453.00 < N_{rd}=0.65 \cdot A_{cls} \cdot f_{cd} = 91716.30$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. ($A_{fTot}=26.52$ cm²; $A_{cls}=1800.00$ cm²; $N_{sd}=21453.00$ Kg)

$0.10 \cdot N_{ed}/f_{yd}=0.95$ cm²; $A_{cls} \cdot 0.01=18.00$ cm²; $A_{cls} \cdot 0.04=72.00$ cm²;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (≤ 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 1; $V_{su}=4504.46$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=169.8831 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=3769.80$ Kg; $d=62.81$ cm; $b_w=11.67$ cm, $\alpha_c=1.1520$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 2.30 cm²/m

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 10274.58$ Kg

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 7315.42$ Kg

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TORSIONE ($f_{cd}=78.39$ Kg/cm²)

comb.: 2; $T_{Ed}=88000.00$ Kgcm;

$T_{Rcd}=2 \cdot A \cdot t \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2) = 329508.31$ Kgcm

con: $A=1219.00$ cm²; $t=10.0000$ cm; $\cot(\theta)=2.500000$, $u_m=152.0000$ cm

Area ferri longitudinali perimetrali minima $A_L=6.11$ cm²

Staffe di progetto (A_s/s)= 0.64 cm²/m

$TR_{sd}=2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd_st} \cdot \cot(\theta) = 88000.00 \text{ Kgcm}$
 $TR_{ld}=2 \cdot A \cdot A_L \cdot f_{yd}/(u_m \cdot \cot(\theta)) = 220000.00 \text{ Kgcm}$
 Verifica: $T_{Ed} < \min(TR_{cd}, TR_{sd}, TR_{ld})$ VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TAGLIO + TORSIONE (Kg e Kgcm)
 comb.: 1; $V_{Ed}=3769.80$; $VR_{cd}=10274.58$; $T_{Ed}=78500.00$; $TR_{cd}=329508.31$
 $T_{Ed}/TR_{cd} + V_{Ed}/VR_{cd} = 0.6051 < 1$ VERIFICA POSITIVA
 Area ferri long. perimetrali necessaria a torsione: $A_{sl}=6.11 \text{ cm}^2$

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=2$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827 \text{ cm}^2$)
 N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi
 Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 4) ($f_{ydSt}=2246.40 \text{ Kg/cm}^2$)
 $V_{Ed}=3378.54 \text{ Kg}$; $d=29.01 \text{ cm}$; $bw=60.06 \text{ cm}$, $\cot(\theta)=2.5000$
 da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw}/s=2.30 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Area staffe per torsione: $A_{sw}/s= T_{Ed}/(2 \cdot A \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta))=0.64 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Area staffe per T_g e T_{or} : $A_{sw}= A_{stTg} + A_{stTor}=2.95 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $s= 100 \cdot N_b \cdot A_{1s}/A_{sw}= 19.19 \text{ cm}$
 $s \leq 25 \text{ cm}$
 $s \leq 12 \cdot \phi_{min}= 12 \cdot 1.40= 16.80 \text{ cm}$

Armatura staffe adottata: $A_s=3.37 \text{ cm}^2/\text{m}$ -> 1Ø6 a 2 bracci ogni 16.80 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-30.00	1.57
2	-15.00	30.00	-6.61
3	15.00	30.00	-4.67
4	15.00	-30.00	3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	12.00	-1.60	18.00	-0.56
2	4.00	-1.60	18.00	-1.08
3	-4.00	-1.60	18.00	-1.59
4	-11.00	-1.60	18.00	-2.04
5	-12.00	1.80	14.00	-2.57
6	12.00	1.80	14.00	-1.03
7	-11.80	26.80	14.00	-5.96
8	11.80	26.80	14.00	-4.44
9	11.60	-26.60	18.00	2.82
10	3.87	-26.60	18.00	2.32
11	-3.87	-26.60	18.00	1.82
12	-11.60	-26.60	18.00	1.32

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-15.00	-18.49
2	15.00	-4.31

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;., C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=91716 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kg·m)	(Kg·m)	(Kg)	(Kg·m)	(Kg·m)		(cm²)	(cm²)		

1	21453	-5126	364	21452	-14861	1136	3.095	16.34	10.18	N	
2	17238	1682	69	17238	17575	448	5.321	23.44	3.08	C	
3	20396	1249	2705	20398	4747	8412	3.097	18.35	8.17	N	
4	20445	596	2476	20446	3211	8568	3.469	18.35	8.17	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta lo sviluppo del pilastro. Per le verifiche al taglio il passo delle staffe necessario a risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente, e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 15 cm.

5.2.3.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo che la trave trasferisce al pilastro che risulta pari a 36496 Kg. (**Pilastro N° 5 - da quota -1.66 a quota +1.74**)

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 5.51 \quad \text{Numero fori lungo la trave}$$

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.43 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo dei fori}$$

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 40 cm sul pilastro compreso tra quota -1.66 e quota +1.74, alle quote dove il taglio assume valori inferiori ($T_{max} = 27741.3 \text{ Kg}$) l'interasse dei fori sarà pari a 50 cm.

5.2.4 Pilastro N° 6

I pilastri di cui si tratta saranno rinforzati con elementi aggiunti in c.a. di larghezza pari ai lati del pilastro e altezza di 30 cm, armati con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20$ mm.

Pilastro N°6 (da quota -1.66 a quota +1.74)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Generica

Diam. cerchio inscr.: $d = 30.00$ cm;
Area totale acciaio : $A_{st} = 112.59$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 7400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 4486666.67$ cm^4 ; $J_y = 5061666.67$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 5061666.67$ cm^4 ; $J_{eta} = 4486666.67$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -1.57$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	144535	47337	13465	-18483	35358	1357
2	104840	-34813	13391	21754	32006	1953
3	133291	21091	38599	-56037	13580	573

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=-1865.985598$; $b=719.790073$; $c=-13850.761692$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = 68.90625$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.10640 / 1000$
Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f = 3.16667 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NS=133291.00; MxiS=-56037.00; MyiS=-21091.00; TxiS=-13580.00; TyiS=38599.00
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 NR=133288.63; MxiR= -104844.00; MyiR= -38606.28

Mxi0=45.17, Myi0=33.88 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.
 $MR=((MxiR-Mxi0)^2+(MyiR-Myi0)^2)^{1/2}=111695.37$; $MS=((MxiS-Mxi0)^2+(MyiS-Myi0)^2)^{1/2}=59844.34$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.8664 > 1$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 1; NS=144534.80 < Nrd=717001.49 Kg **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 1; NS=144534.80 < Nrd=0.65•Acls•fcd =377055.90 Kg **VERIFICA POSITIVA**

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=112.59 cm²; Acls=7400.00 cm²; Nsd=144534.80 Kg)
 $0.10 \cdot NEd/fyd=6.43 \text{ cm}^2$; $Acls \cdot 0.01=74.00 \text{ cm}^2$; $Acls \cdot 0.04=296.00 \text{ cm}^2$;
VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=40918.20 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=363.4115 < fyd=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=31125.21 Kg; d=112.11 cm; bw=15.38 cm, $\alpha_c=1.2000$, $\cot(\theta)=1.7842$, Asw/s progettata=7.70 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 31125.21 \text{ Kg}$

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fyd_{st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 31125.21 \text{ Kg}$

VEd < min(VRsd, VRcd) => **VERIFICA POSITIVA**

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=31125.21 Kg; d=112.11 cm; bw=15.38 cm, $\cot(\theta)=1.7842$

da $VEd=0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot fydSt \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=7.70 cm²/m

$s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 15.06 \text{ cm}$

$s \leq 25 \text{ cm}$

$s \leq 12 \cdot \emptyset_{min} = 12 \cdot 1.60 = 19.20 \text{ cm}$

Armatura staffe adottata: As=7.70 cm²/m -> 1Ø8 a 2 bracci ogni 15 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	25.00	50.00	-0.83
2	25.00	20.00	-1.56
3	55.00	20.00	-3.46
4	55.00	-20.00	-4.44
5	25.00	-20.00	-2.54
6	25.00	-50.00	-3.27
7	-25.00	-50.00	-0.11
8	-25.00	-20.00	0.62
9	-55.00	-20.00	2.52
10	-55.00	20.00	3.50
11	-25.00	20.00	1.60
12	-25.00	50.00	2.33

BARRE LONGITUDINALI:

Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-21.00	13.60	16.00	1.19
2	0.00	13.60	16.00	-0.14
3	21.40	13.00	16.00	-1.51
4	21.00	-13.60	16.00	-2.13
5	0.00	-13.60	16.00	-0.80
6	-21.40	-13.00	16.00	0.57
7	-21.00	23.00	20.00	1.42
8	-7.00	23.00	20.00	0.53
9	3.00	22.00	20.00	-0.12
10	21.00	22.00	20.00	-1.26
11	27.00	16.00	20.00	-1.79
12	27.00	5.00	20.00	-2.06
13	27.00	-6.00	20.00	-2.33
14	27.00	-16.00	20.00	-2.57
15	21.00	-23.00	20.00	-2.36
16	7.00	-23.00	20.00	-1.47
17	-7.00	-23.00	20.00	-0.59
18	-21.00	-23.00	20.00	0.30
19	-27.00	-16.00	20.00	0.85
20	-27.00	-5.00	20.00	1.12
21	-27.00	5.00	20.00	1.36
22	-27.00	16.00	20.00	1.63
23	-51.20	-16.20	20.00	2.38
24	-51.20	-8.10	20.00	2.57
25	-51.20	8.10	20.00	2.97
26	-21.20	46.20	20.00	2.00
27	-10.60	46.20	20.00	1.33
28	10.60	46.20	20.00	-0.01
29	51.20	16.20	20.00	-3.32
30	51.20	8.10	20.00	-3.51
31	51.20	-8.10	20.00	-3.91
32	21.20	-46.20	20.00	-2.94
33	10.60	-46.20	20.00	-2.27
34	-10.60	-46.20	20.00	-0.93
35	21.20	46.20	20.00	-0.68
36	-51.20	16.20	20.00	3.17
37	-21.20	-46.20	20.00	-0.26
38	51.20	-16.20	20.00	-4.11

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-25.00	-45.57
2	11.86	50.00

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=377056 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	144535	-18483	-47337	144531	-37275	-96405	2.034	65.72	46.87	N	
2	104840	21754	34813	104835	54909	86427	2.494	67.73	44.86	N	
3	133291	-56037	-21091	133289	-104844	-38606	1.866	67.73	44.86	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°6 (da quota +1.74 a quota +5.14)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;

Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39$ Kg/cm^2 ; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$
Acciaio barre:
 $f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm^2); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2
Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm^2)
Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Generica

Diam. cerchio inscr.: $d = 30.00$ cm;
Area totale acciaio : $A_{st} = 112.59$ cm^2
Copriferro di progetto : $c = 2.80$ cm
Diametro staffe : $d_s = 8$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 6400.00$ cm^2 ; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = -0.00$ cm
Momenti d'inerzia: $J_x = 3653333.33$ cm^4 ; $J_y = 3653333.33$ cm^4 ; $J_{xy} = 0.00$ cm^4 ;
Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 3653333.33$ cm^4 ; $J_{eta} = 3653333.33$ cm^4 ;
Angolo tra l'asse principale d'inerzia c_{si} e l'asse x: $\theta = 0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	76574	19167	5945	-5502	9866	690
2	79332	-31414	9131	11214	13154	1204
3	76886	-15271	31773	35855	5860	390
4	80127	-11842	29586	-31290	4186	1656

VERIFICA PRESSO-TENSOFFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1883.088130$; $b=-673.779707$; $c=-18200.193782$
Angolo asse neutro-asse x : $\alpha=-109.68750$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -4.52960 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 3.10500 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_S=76886.30$; $M_{xiS}=-15270.70$; $M_{yiS}=35855.00$; $T_{xiS}=31773.00$; $T_{yiS}=5860.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$N_R=76881.37$; $M_{xiR}=-36135.85$; $M_{yiR}=84822.40$

$M_{xi0}=-38.66$, $M_{yi0}=-119.48$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $N_S=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=92323.98$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=39096.54$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.3614 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 4; NS=80126.60 < Nrd=654289.49 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 4; NS=80126.60 < Nrd=0.65•Acls•fcd =326102.40 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=112.59 cm²; Acls=6400.00 cm²; Nsd=80126.60 Kg)
0.10•Ned/fyd=3.57 cm²; Acls•0.01=64.00 cm²; Acls•0.04=256.00 cm²;
VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 3; Vsu=32308.87 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=286.9485 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 3; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=27941.51 Kg; d=102.58 cm; bw=16.70 cm, $\alpha_c=1.1533$, $\cot(\theta)=1.9919$, Asw/s progettata=6.83 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 27941.51 \text{ Kg}$

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 28198.77 \text{ Kg}$

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=2, Area singola staffa: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 4) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=29405.81 Kg; d=101.56 cm; bw=18.22 cm, $\cot(\theta)=1.9919$

da VEd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=7.19 cm²/m

s= $100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 15.98 \text{ cm}$

s<= 25 cm

s<= $12 \cdot \phi_{min} = 12 \cdot 1.60 = 19.20 \text{ cm}$

Armatura staffe adottata: As=6.83 cm²/m -> 1Ø8 a 2 bracci ogni 15 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	20.00	50.00	-0.56
2	20.00	20.00	0.23
3	50.00	20.00	2.45
4	50.00	-20.00	3.50
5	20.00	-20.00	1.29
6	20.00	-50.00	2.08
7	-20.00	-50.00	-0.87
8	-20.00	-20.00	-1.66
9	-50.00	-20.00	-3.87
10	-50.00	20.00	-4.92
11	-20.00	20.00	-2.71
12	-20.00	50.00	-3.50

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	-17.00	16.40	16.00	-2.40
2	0.00	16.00	16.00	-1.13
3	17.00	16.40	16.00	0.11
4	17.00	-16.40	16.00	0.97
5	0.00	-17.00	16.00	-0.26
6	-16.40	-17.00	16.00	-1.47
7	-16.20	23.00	20.00	-2.51
8	-7.00	23.00	20.00	-1.83
9	6.00	23.00	20.00	-0.88
10	16.20	24.00	20.00	-0.15
11	23.00	16.20	20.00	0.56

12	24.00	7.00	20.00	0.87
13	24.00	-4.00	20.00	1.16
14	24.00	-16.20	20.00	1.48
15	16.20	-23.00	20.00	1.09
16	7.00	-23.00	20.00	0.41
17	-7.00	-23.00	20.00	-0.62
18	-16.20	-23.00	20.00	-1.30
19	-27.00	-16.00	20.00	-2.28
20	-27.00	-5.00	20.00	-2.57
21	-27.00	5.00	20.00	-2.83
22	-27.00	16.00	20.00	-3.12
23	-46.20	-15.00	20.00	-3.72
24	-46.20	-5.00	20.00	-3.99
25	-46.20	8.00	20.00	-4.33
26	-16.00	46.20	20.00	-3.11
27	-7.00	46.20	20.00	-2.45
28	5.00	46.20	20.00	-1.56
29	45.00	16.20	20.00	2.18
30	46.20	7.00	20.00	2.51
31	46.20	-9.00	20.00	2.93
32	16.20	-46.00	20.00	1.69
33	8.00	-46.20	20.00	1.10
34	-8.00	-46.20	20.00	-0.08
35	16.20	46.00	20.00	-0.73
36	-46.00	16.20	20.00	-4.53
37	-16.20	-46.00	20.00	-0.69
38	46.00	-16.20	20.00	3.11

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	20.00	28.88
2	-8.23	-50.00

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=326102 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	76574	19167	-5502	76573	86221	-24825	4.259	65.72	46.87	C	
2	79332	-31414	11214	79333	-86361	31073	2.747	68.86	43.73	N	
3	76886	-15271	35855	76881	-36136	84822	2.361	70.87	41.72	N	
4	80127	-11842	-31290	80132	-33147	-85756	2.753	70.87	41.72	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°6 (da quota +5.14 a quota +8.59)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fcfm=23.43; (in Kg/cm²)
Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
Acciaio barre:
fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: $f_{yk}=3100.00$, $f_{yd}=2246.40$ (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare
 Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 90.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : $A_{st} = 58.31$ cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:
 Area: $A_{cls} = 2700.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = 0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm
 Momenti d'inerzia: $J_x = 1822500.00$ cm⁴; $J_y = 202500.00$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 1822500.00$ cm⁴; $J_{eta} = 202500.00$ cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:
 Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	31502	11317	1422	828	11960	339
2	31336	-13113	1967	3077	12823	740
3	30435	1278	8633	12411	2116	291
4	34834	3416	8088	10799	2908	692

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):
 Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1999.849404$; $b=24.543077$; $c=-8404.224009$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -89.29687$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)
 Sezione parzializzata
 Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$
 Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.05886 / 1000$
 Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 2.40744 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NS=30435.00$; $M_{xiS}=1278.00$; $M_{yiS}=12411.00$; $T_{xiS}=8633.00$; $T_{yiS}=2116.00$
 Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):
 $NR=30432.05$; $M_{xiR}= 1602.39$; $M_{yiR}= 15897.73$

$M_{xi0}=0.00$, $M_{yi0}=-10.28$ - Punto base nel grafico $M_{xi}-M_{yi}$ sul piano $NS=cost.$
 $MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=15988.51$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=12486.85$
 Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.2804 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA
 Comb. n.ro: 4; $NS=34834.00 < N_{rd}=300305.40$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"
 Comb. n.ro: 4; $NS=34834.00 < N_{rd}=0.65 \cdot A_{cls} \cdot f_{cd} = 137574.45$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. ($A_{fTot}=58.31$ cm²; $A_{cls}=2700.00$ cm²; $N_{sd}=34834.00$ Kg)
 $0.10 \cdot N_{ed}/f_{yd}=1.55$ cm²; $A_{cls} \cdot 0.01=27.00$ cm²; $A_{cls} \cdot 0.04=108.00$ cm²;
 VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (≤ 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 2; $V_{su}=12972.99$ Kg; $\tau_{maxTr}=V_{su}/A_f=222.4909 < f_{yd}=2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; ($f_{cd}=78.3900$, $f_{ctd}=7.59$, $f_{ck}=166.00$ in Kg/cm²)

$V_{Ed}=9462.50$ Kg; $d=79.90$ cm; $b_w=10.40$ cm, $\alpha_c=1.1488$, $\cot(\theta)=2.5000$, $A_{sw/s}$ progettata= 6.17 cm²/m

$V_{Rcd}=0.9 \cdot b_w \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 11615.47$ Kg

$V_{Rsd}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 24928.27$ Kg

$V_{Ed} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \Rightarrow$ VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: $N_b=5$, Area singola staffa: $A_{1s}=0.2827$ cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) ($f_{ydSt}=2246.40$ Kg/cm²)

$V_{Ed}=8658.32$ Kg; $d=27.75$ cm; $b_w=90.01$ cm, $\cot(\theta)=2.5000$

da $V_{Ed}=0.9 \cdot d \cdot (A_{sw/s}) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: $A_{sw/s}=6.17$ cm²/m

$s=100 \cdot N_b \cdot A_{1s} / A_{sw}=22.90$ cm

$s \leq 25$ cm

$s \leq 12 \cdot \phi_{min}=12 \cdot 1.60=19.20$ cm

Armatura staffe adottata: $A_s=7.36$ cm²/m \rightarrow 1Ø6 a 5 bracci ogni 19.20 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	$\epsilon_c \times 1000$
1	-15.00	-45.00	-6.09
2	-15.00	45.00	-5.75
3	15.00	45.00	3.50
4	15.00	-45.00	3.16

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	$\epsilon_f \times 1000$
1	11.00	11.70	16.00	2.14
2	11.00	-11.70	16.00	2.05
3	-12.00	-11.70	16.00	-5.04
4	-11.00	11.70	16.00	-4.64
5	11.00	-16.50	20.00	2.03
6	4.00	-16.50	20.00	-0.12
7	-4.00	-16.50	20.00	-2.59
8	-12.00	-16.50	20.00	-5.06
9	-11.00	16.50	20.00	-4.63
10	-4.00	16.50	20.00	-2.47
11	4.00	16.50	20.00	0.00
12	11.00	16.50	20.00	2.16
13	-11.50	41.50	20.00	-4.69
14	-3.83	41.50	20.00	-2.32
15	3.83	41.50	20.00	0.04
16	11.50	41.50	20.00	2.41
17	11.50	-41.50	20.00	2.09
18	3.83	-41.50	20.00	-0.27
19	-3.83	-41.50	20.00	-2.64
20	-11.50	-41.50	20.00	-5.00

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	3.65	45.00
2	4.75	-45.00

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=137574 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	31502	11317	828	31500	48181	3911	4.260	34.31	24.00	N	
2	31336	-13113	3077	31340	-37795	9148	2.887	32.30	26.01	N	
3	30435	1278	12411	30432	1602	15898	1.280	35.44	22.87	N	
4	34834	3416	10799	34836	4993	16020	1.481	35.44	22.87	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Pilastro N°6 (da quota +8.59m a quota +11.30m)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
 Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
 Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: Rck=200.00; Ec= 254558.44; Kg/cm²; γc: 1.50 FC:1.2
 fck=166.00; fcd=78.39; fctk=13.67; fctd=7.59; fctm=19.52; fctm=23.43; (in Kg/cm²)
 Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=78.39 Kg/cm²; εcu2=0.0035; εc2=0.0020
 Acciaio barre:
 fyk=3100.00; fyd=2246.40; fbd=2.51; Es=2060000.00; (in Kg/cm²); γs: 1.15 FC:1.2
 Grafico tensioni/deformazioni acciaio: σu=0.0100; k=1.00
 Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si
 Acciaio staffe: fyks=3100.00, fyds=2246.40 (in Kg/cm²)
 Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 30.00 cm; Base (cm):: H = 90.00 cm
 Rotazione: rot = 0.00 gradi
 Area totale acciaio : Ast = 56.42 cm²
 Copriferro di progetto : c = 2.80 cm
 Diametro staffe : ds = 6 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 2700.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm
 Momenti d'inerzia: Jx = 1822500.00 cm⁴; Jy = 202500.00 cm⁴; Jxy = 0.00 cm⁴;
 Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 1822500.00 cm⁴; Jeta = 202500.00 cm⁴;
 Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: θ = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).
 Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	19525	9176	910	-900	11529	239
2	18228	-8978	1145	1279	11163	618
3	17919	1916	5840	5718	2497	140
4	19833	1716	5603	-5341	2103	518

VERIFICA PRESSO-TENSO-FLESSIONE (comb. di carico N.ro 3):
 Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=1998.409517$; $b=79.745855$; $c=-10019.633119$
 Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -87.71484$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -5.39764 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon_f' = 2.41878 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NS=17919.00; MxiS=1916.00; MyiS=5718.00; TxiS=5840.00; TyiS=2497.00

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

NR=17917.49; MxiR= 4975.77; MyiR= 14704.75

Mxi0=-0.00, Myi0=-5.57 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

$MR = ((MxiR - Mxi0)^2 + (MyiR - Myi0)^2)^{1/2} = 15529.06$; $MS = ((MxiS - Mxi0)^2 + (MyiS - Myi0)^2)^{1/2} = 6035.75$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 2.5728 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 4; NS=19833.00 < Nrd=296071.04 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 4; NS=19833.00 < Nrd=0.65•Acls•fcd =137574.45 Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. (AfTot=56.42 cm²; Acls=2700.00 cm²; Nsd=19833.00 Kg)

0.10•NEd/fyd=0.88 cm²; Acls•0.01=27.00 cm²; Acls•0.04=108.00 cm²;

VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRINCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 1; Vsu=11564.86 Kg; $\tau_{maxTr} = Vsu/Af = 204.9671 < f_{yd} = 2246.4000$ Kg/cm²

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=6610.48 Kg; d=75.36 cm; bw=10.56 cm, $\alpha_c = 1.0923$, $\cot(\theta) = 2.5000$, Asw/s progettata=3.92 cm²/m

$VRcd = 0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot fcd \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta) / (1 + \cot(\theta)^2)) = 10570.85$ Kg

$VRsd = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 14944.37$ Kg

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=5, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 3) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=5934.92 Kg; d=29.93 cm; bw=90.07 cm, $\cot(\theta) = 2.5000$

da $VEd = 0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{ydSt} \cdot \cot(\theta)$ si ottiene: Asw/s=3.92 cm²/m

$s = 100 \cdot Nb \cdot A1s / Asw = 36.03$ cm

s <= 25 cm

s <= 12•Ømin= 12•1.40= 16.80 cm

Armatura staffe adottata: As=8.41 cm²/m -> 1Ø6 a 5 bracci ogni 16.80 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000

1	-15.00	-45.00	-6.48
2	-15.00	45.00	-5.41
3	15.00	45.00	3.50
4	15.00	-45.00	2.43

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	Ef x1000
1	11.00	-16.50	20.00	1.58
2	4.00	-16.50	20.00	-0.50
3	-4.00	-16.50	20.00	-2.87
4	-12.00	-16.50	20.00	-5.25
5	-11.00	16.50	20.00	-4.56
6	-4.00	16.50	20.00	-2.48
7	4.00	16.50	20.00	-0.11
8	11.00	16.50	20.00	1.97
9	-11.50	41.50	20.00	-4.41
10	-3.83	41.50	20.00	-2.14
11	3.83	41.50	20.00	0.14
12	11.50	41.50	20.00	2.42
13	11.50	-41.50	20.00	1.43
14	3.83	-41.50	20.00	-0.84
15	-3.83	-41.50	20.00	-3.12
16	-11.50	-41.50	20.00	-5.40
17	11.00	11.80	14.00	1.92
18	-11.00	11.80	14.00	-4.62
19	-12.00	-11.80	14.00	-5.19
20	11.00	-11.80	14.00	1.64

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	3.22	45.00
2	6.81	-45.00

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=137574 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	19525	9176	-900	19524	44775	-4373	4.880	36.03	20.39	N	
2	18228	-8978	1279	18228	-41734	6225	4.653	36.03	20.39	N	
3	17919	1916	5718	17917	4976	14705	2.573	37.64	18.79	N	
4	19833	1716	-5341	19836	4770	-14810	2.775	37.64	18.79	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta lo sviluppo del pilastro. Per le verifiche al taglio il passo delle staffe necessario a risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente, e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 15 cm.

5.2.4.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 K_p = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo che la trave trasferisce al pilastro che risulta pari a 39933.9 Kg. (**Pilastro N° 6 - da quota -1.66 a quota +1.74**)

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 5.97 \quad \text{Numero fori lungo la trave}$$

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.41 \text{ cm} \quad \text{Interasse minimo dei fori}$$

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 40 cm sul pilastro compreso tra quota -1.66 e quota +1.74, mentre alle quote superiori dove il taglio assume valori inferiori ($T_{max} = 31990 \text{ Kg}$) l'interasse dei fori sarà pari a 50 cm.

5.2.4 Pilastri N° 8 – 9

I pilastri di cui si tratta saranno rinforzati con elementi aggiunti in c.a. di larghezza pari ai lati del pilastro e altezza di 30 cm, armati con (4+4) barre di acciaio tipo B450C di diametro $\phi 20\text{mm}$.

Per la verifica sarà preso in considerazione il pilastro più sollecitato (pilastro N°8).

Pilastro N°8 (da quota -1.66 a quota +1.74)

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2008;
Sismicità: edif. in zona sismica; Classe duttilità: B;
Elemento costr.: trave in elevazione;

MATERIALI:

Calcestruzzo: $R_{ck}=200.00$; $E_c=254558.44$; Kg/cm^2 ; $\gamma_c: 1.50$ FC:1.2
 $f_{ck}=166.00$; $f_{cd}=78.39$; $f_{ctk}=13.67$; $f_{ctd}=7.59$; $f_{ctm}=19.52$; $f_{cfm}=23.43$; (in Kg/cm^2)
Grafico tensioni/deformazioni cls: $f_2=78.39 \text{ Kg/cm}^2$; $\epsilon_{cu2}=0.0035$; $\epsilon_{c2}=0.0020$

Acciaio barre:

$f_{yk}=3100.00$; $f_{yd}=2246.40$; $f_{bd}=2.51$; $E_s=2060000.00$; (in Kg/cm²); $\gamma_s: 1.15$ FC:1.2

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: $\sigma_u=0.0100$; $k=1.00$

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: $f_{yks}=3100.00$, $f_{yds}=2246.40$ (in Kg/cm²)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: Rettangolare

Base (cm):: B = 35.00 cm; Base (cm):: H = 90.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : $A_{st} = 58.31$ cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : $d_s = 6$ mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: $A_{cls} = 3150.00$ cm²; Baricentro: $X_{gCls} = -0.00$ cm; $Y_{gCls} = 0.00$ cm

Momenti d'inerzia: $J_x = 2126250.00$ cm⁴; $J_y = 321562.50$ cm⁴; $J_{xy} = 0.00$ cm⁴;

Momenti principali d'inerzia: $J_{csi} = 2126250.00$ cm⁴; $J_{eta} = 321562.50$ cm⁴;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: $\theta = -0.00$ rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (Kg, Kgm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	19480	37772	760	2067	19258	574
2	31042	-21293	1723	3747	15971	286
3	21137	12260	1880	2216	5466	788
4	28282	3045	1164	-5782	2989	587

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro $ax+by+c=0$: $a=765.366865$; $b=1847.759065$; $c=-29710.713543$

Angolo asse neutro-asse x : $\alpha = -22.50000$ gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : $\epsilon_c = 3.50000 / 1000$

Deformazione massima acciaio : $\epsilon_f = -6.13292 / 1000$

Deformazione minima acciaio : $\epsilon'_f = 3.02103 / 1000$

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NS=19480.00$; $M_{xiS}=37771.70$; $M_{yiS}=2066.80$; $T_{xiS}=760.00$; $T_{yiS}=19258.00$

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (Kg, Kg•m):

$NR=19477.66$; $M_{xiR}=48750.19$; $M_{yiR}=3015.09$

$M_{xi0}=10.91$, $M_{yi0}=-0.00$ - Punto base nel grafico M_{xi} - M_{yi} sul piano $NS=cost.$

$MR=((M_{xiR}-M_{xi0})^2+(M_{yiR}-M_{yi0})^2)^{1/2}=48854.23$; $MS=((M_{xiS}-M_{xi0})^2+(M_{yiS}-M_{yi0})^2)^{1/2}=37839.10$

Fattore di sicurezza ad N costante: $MR/MS = 1.2911 > 1$

VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA

Comb. n.ro: 2; $NS=31042.50 < N_{rd}=328525.80$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA AZIONE ASSIALE MASSIMA STRUTTURA IN ZONA SISMICA CLASSE CD "B"

Comb. n.ro: 2; $NS=31042.50 < N_{rd}=0.65 \cdot A_{cls} \cdot f_{cd} = 160503.52$ Kg VERIFICA POSITIVA

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGIT. ($A_{fTot}=58.31$ cm²; $A_{cls}=3150.00$ cm²; $N_{sd}=31042.50$ Kg)

0.10•NEd/fyd=1.38 cm²; Acls•0.01=31.50 cm²; Acls•0.04=126.00 cm²;
VERIFICHE POSITIVE

Interasse tra le barre sufficiente (<= 25 cm) VERIFICA POSITIVA

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 1; Vsu=19272.99 Kg; $\tau_{maxTr}=Vsu/Af=330.5379 < f_{yd}=2246.4000 \text{ Kg/cm}^2$
VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; (fcd=78.3900, fctd=7.59, fck=166.00 in Kg/cm²)

VEd=18082.91 Kg; d=91.97 cm; bw=13.64 cm, $\alpha_c=1.0789$, $\cot(\theta)=2.1831$, Asw/s progettata=4.45 cm²/m

VRcd= $0.9 \cdot bw \cdot d \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot 0.5 \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) / (1 + \cot(\theta)^2) = 18082.91 \text{ Kg}$

VRsd= $0.9 \cdot d \cdot (Asw/s) \cdot f_{yd_st} \cdot (\cot(90^\circ) + \cot(\theta)) \cdot \sin(90^\circ) = 18082.91 \text{ Kg}$

VEd < min(VRsd, VRcd) => VERIFICA POSITIVA

PROGETTO PASSO STAFFE. (N.ro bracci: Nb=3, Area singola staffa: A1s=0.2827 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo, con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe per il taglio (Comb. n.ro 1) (fydSt=2246.40 Kg/cm²)

VEd=18082.91 Kg; d=91.97 cm; bw=13.64 cm, $\cot(\theta)=2.1831$

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(θ) si ottiene: Asw/s=4.45 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 19.04 cm

s<= 25 cm

s<= 12•Ømin= 12•1.60= 19.20 cm

Armatura staffe adottata: As=4.45 cm²/m -> 1Ø6 a 3 bracci ogni 19.04 cm

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	εc x1000
1	-17.50	-45.00	-6.61
2	-17.50	45.00	2.10
3	17.50	45.00	3.50
4	17.50	-45.00	-5.21

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	εf x1000
1	14.00	11.70	16.00	0.14
2	14.00	-11.70	16.00	-2.13
3	-14.00	-11.70	16.00	-3.25
4	-14.00	11.70	16.00	-0.98
5	-14.00	16.00	20.00	-0.57
6	-6.00	16.00	20.00	-0.25
7	6.00	16.00	20.00	0.23
8	14.00	16.00	20.00	0.55
9	14.00	-17.00	20.00	-2.64
10	5.00	-16.50	20.00	-2.95
11	-5.00	-16.50	20.00	-3.35
12	-14.00	-17.00	20.00	-3.76
13	14.00	-41.50	20.00	-5.01
14	4.67	-41.50	20.00	-5.38
15	-4.67	-41.50	20.00	-5.76
16	-14.00	-41.50	20.00	-6.13
17	-14.00	41.50	20.00	1.90
18	-4.67	41.50	20.00	2.27
19	4.67	41.50	20.00	2.65
20	14.00	41.50	20.00	3.02

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-17.50	23.33

2	17.50	8.83
---	-------	------

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni											
NS, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia											
NR, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "											
sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU											
Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione											
T: tipo N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante;; C = il fattore Nres/NS risulta piu' sfavorevole											
(NRes=fcd•Acls•0.65=160504 Kg)											
V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge											
cb	NS	MSxi	MSyi	NR	MRxi	MRyi	sic.	Aft	Afc	T	V
n.ro	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)	(Kg)	(Kgm)	(Kgm)		(cm²)	(cm²)		
1	19480	37772	2067	19478	48750	3015	1.291	37.45	20.86	N	
2	31042	-21293	3747	31042	-45284	8223	2.130	37.45	20.86	N	
3	21137	12260	2216	21134	44119	8267	3.601	37.45	20.86	N	
4	28282	3045	-5782	28281	10222	-19298	3.339	35.44	22.87	N	
Tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU											

Le verifiche a flessione risultano soddisfatte su tutta lo sviluppo del pilastro. Per le verifiche al taglio il passo delle staffe necessario a risulta maggiore rispetto a quello presente nella struttura esistente, e a quello dell'elemento strutturale aggiunto, il quale sarà armato con staffe $\Phi 8$ passo 15 cm.

Pilastro N°8 (da quota +1.74 a quota +5.14)

Omissis.... rispetto a quanto esposto nella precedente verifica.

Il pilastro in questione non subisce variazioni rispetto al caso precedente quindi, dato che le sollecitazioni presenti sono inferiori, la verifica sarà soddisfatta.

5.2.4.1 Verifica adesione degli ancoraggi di acciaio per l'adesione tra la struttura di rinforzo e quella esistente in c.a.

In maniera analoga ai casi precedenti si ottiene:

$$H_{lim} = 3 \gamma_{cls} D^3 Kp = 6682.2 \text{ Kg}$$

In questo caso il confronto verrà effettuato con il taglio massimo che la trave trasferisce al pilastro che risulta pari a 34686Kg. (**Pilastro N° 6 - da quota -1.66 a quota +1.74**)

Quindi:

$$N_p = \frac{V_{ed}}{H_{lim}} = 5.19$$

Numero fori lungo la trave

$$i = \frac{L_{trave}}{N_p} = 0.46 \text{ cm}$$

Interasse minimo dei fori

Le perforazioni armate verranno posizionate ad un interasse di 40 cm sul pilastro compreso tra quota -1.66 e quota +1.74, mentre alle quote superiori dove il taglio assume valori inferiori ($T_{max} = 27062 \text{ Kg}$) l'interasse dei fori sarà pari a 50 cm.

I Progettisti

ALLEGATI

3. Analisi del carico vento

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	27	500	0,02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			200
T_R (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \geq a_0$			
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_b ($T_R = 50$ [m/s])			27,000
v_R (T_R)			1,00073
v_b (T_R) = $v_b \times v_R$ [m/s])			27,020

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)

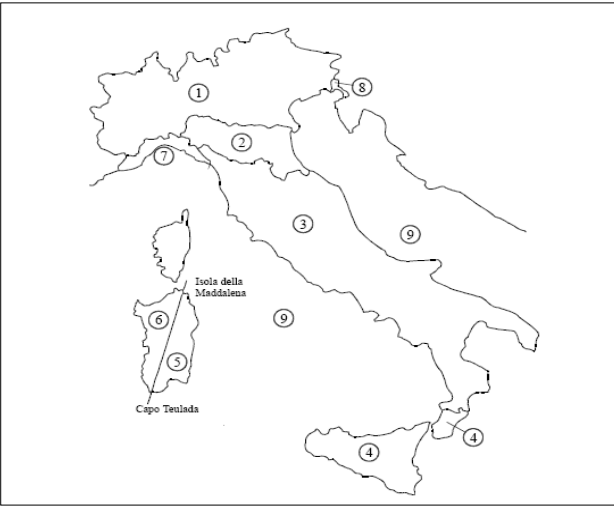


Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Pressione cinetica di riferimento

$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$ ($\rho = 1,25$ kg/mc)

q_b [N/mq]	456,29
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

C) Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	500m	750m		
	2 km	10 km	30 km			
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						

ZONA 6					
	costa	mare	500m		
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	mare	costa	
	1.5 km	0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

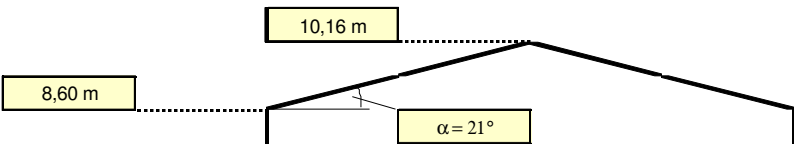
ZONA 9		
	mare	costa
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Zona	Classe di rugosità	a_s [m]
3	C	200

$c_e(z) = k_z^{-2} \cdot c_i \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_i \cdot \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$
$c_e(z) = c_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

Cat. Esposiz.	k_z	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_i
III	0,2	0,1	5	1

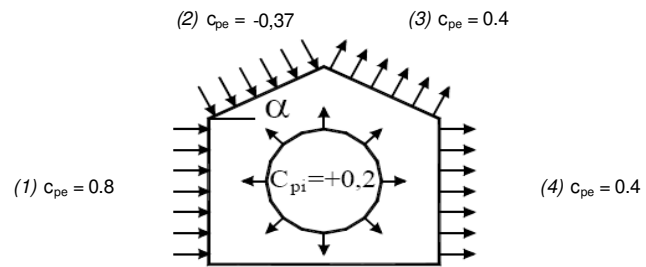
z [m]	c_e
$z \geq 5$	1,708
$z = 8,6$	2,041
$z = 10,16$	2,148



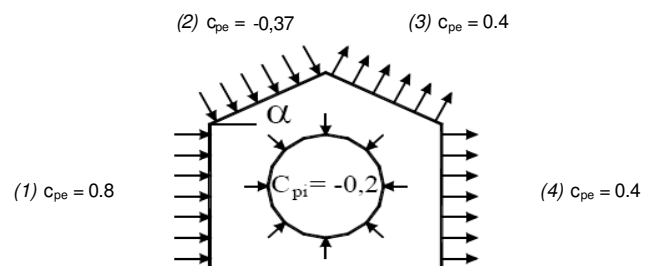
Coefficiente di forma (Edificio aventi una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale)

Strutture stagne

(1)	c_p	p [kN/mq]
	0,80	0,745
(2)	c_p	p [kN/mq]
	-0,37	-0,363
(3)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,392
(4)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,372

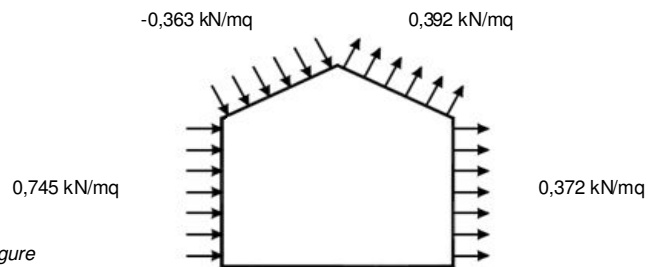


(1)	c_p	p [kN/mq]
	0,80	0,745
(2)	c_p	p [kN/mq]
	-0,37	-0,363
(3)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,392
(4)	c_p	p [kN/mq]
	0,40	0,372



Combinazione più sfavorevole:

	p [kN/mq]
(1)	0,745
(2)	-0,363
(3)	0,392
(4)	0,372



N.B. Se p (o c_{pe}) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

4. Analisi del carico neve

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

[D.M. 14/01/2008]: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Zona III – Terni

$$a_s < 200 \text{ m} \rightarrow q_{sk} = 60 \text{ Kg m}^{-2}$$

$$c_e = 1$$

$$c_t = 1$$

$$0^\circ < \alpha < 30^\circ \rightarrow \mu = 0.8$$

$$q_n = q_{sk} \quad c_e \quad c_t \quad \mu = 48 \text{ daNm}^{-2}$$

Si considera un carico dovuto alla neve pari a: $q_n = 48 \text{ kg m}^{-2}$