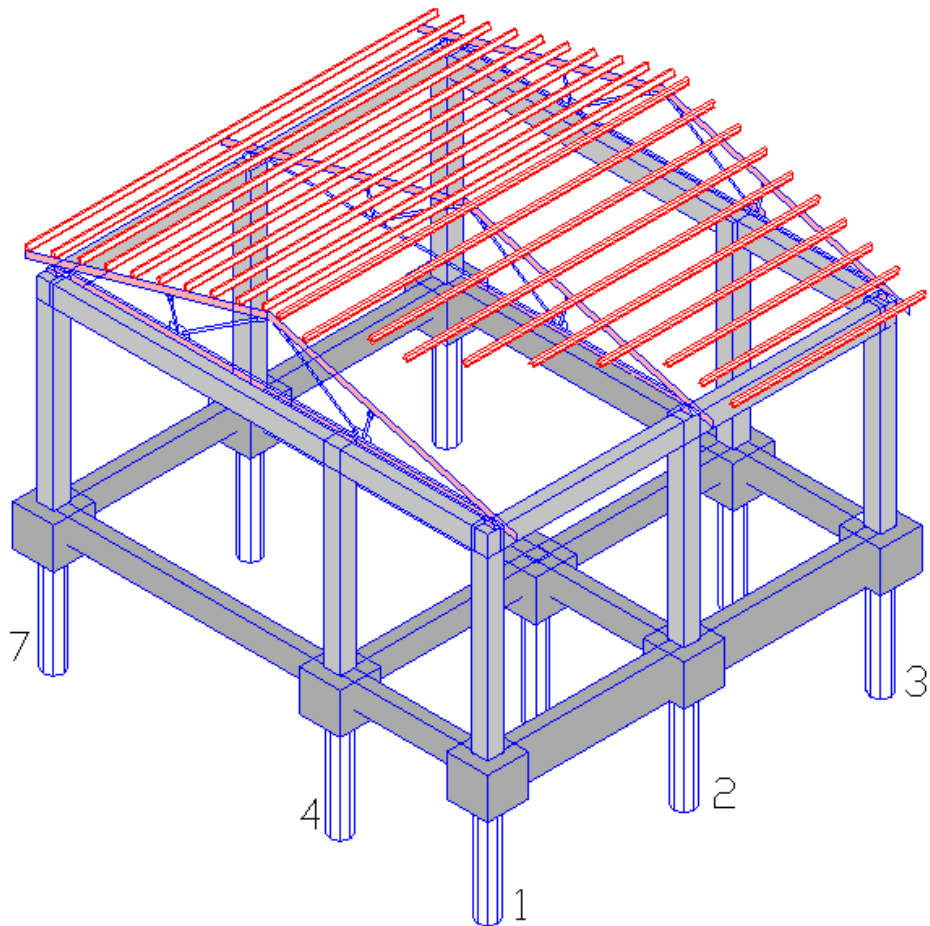
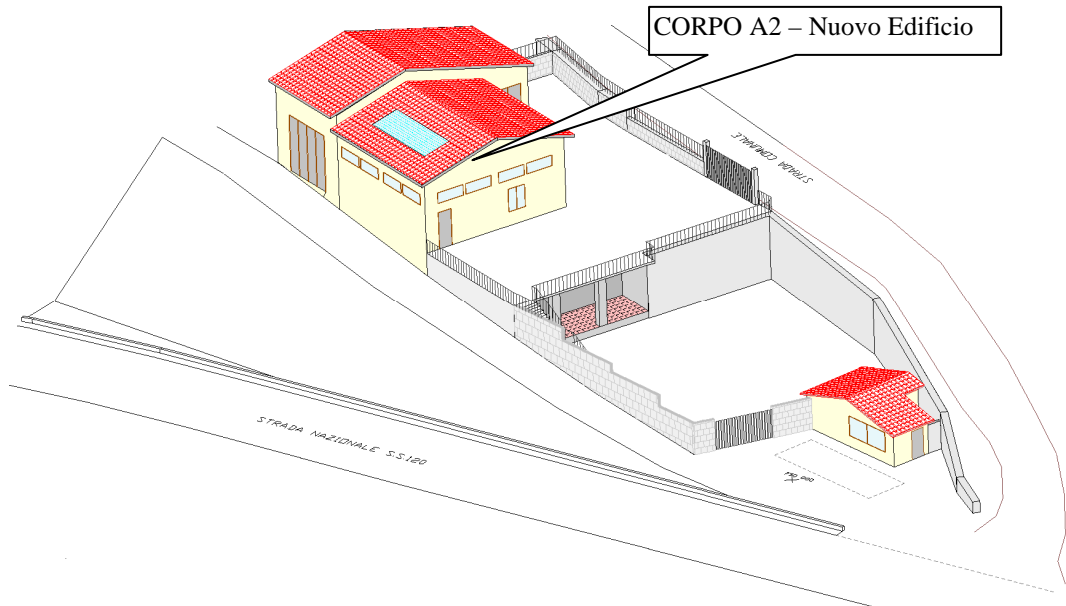


COMUNE DI PROVINCIA DI

Oggetto: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN OPIFICIO

DITTA: ROSSI MARIO

RELAZIONE DI CALCOLO



1	REALIZZAZIONE NUOVO EDIFICIO.....	2
1.1	ANALISI DEI CARICHI.....	2
1.2	CALCOLO SOLAIO DI COPERTURA	3
1.3	CALCOLO CAPRIATE IN ACCIAIO	6
2	CONCLUSIONI DEL PROGETTISTA	24

1 Realizzazione Nuovo Edificio

Come si evince dagli elaborati grafici di progetto, il nuovo edificio da realizzare in ampliamento a quello esistente, avrà dimensioni in pianta di ml.10,00 x 11,00 con altezza alla gronda di ml.4,50.

Lo stesso sarà realizzato in cemento armato, con fondazione su pali del diametro di cm.50, e copertura a due falde, realizzata con profili in acciaio poggianti su n.3 capriate anch'esse in acciaio.

1.1 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi, viene effettuata nel rispetto della normativa vigente:
D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

CARICHI PERMANENTI:

PESO PROPRIO Travi Principali: $0,09 \times 1,00 / 0,67$ $G_{k1} = 0,14 \text{ kN/mq}$

 $G_1 = 0,14 \text{ kN/mq}$

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI:

Coppi = $0,30 \text{ kN/mq}$
Ondulina sottocoppo = $0,20 \text{ "}$

 $G_2 = 0,50 \text{ kN/mq}$

CARICHI VARIABILI DI BREVE DURATA:

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione . . . $Q_{k1} = 0,50 \text{ kN/mq}$

CARICO NEVE:

ZONA III $a_s = 750,00 \text{ m}$. $C_E = 1,00$ $C_t = 1,00$ $\mu = 0,80$
 $0,80 \cdot [0,51 + [1 + (750/481)^2]] \cdot 1,00 \cdot 1,00$ $Q_{k2} = 1,40 \text{ kN/mq}$

CARICO VENTO:

$q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 680,63 \cdot 1,708 \cdot 0,001 \cdot 1,00$ $Q_{k3} = 1,16 \text{ kN/mq}$

1.2 Calcolo solaio di copertura

PREMESSA

Il progetto e la verifica del solaio in Acciaio viene condotto nei riguardi degli stati limite di esercizio e degli stati limite ultimi, ipotizzando un comportamento elastico lineare dei materiali, nel rispetto della normativa: LEGGE N.64 - 02/02/1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. 14/01/2008

Norme tecniche per le costruzioni.

CIRCOLARE APPLICATIVA 2 FEBBRAIO 2009 N.617 C.S.LL.PP

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Si ipotizza che alle estremità si abbia un vincolo di semincastro, per il quale risulta: $M(0) = M(L) = - Q \cdot L^2 / 36,0$ $M(L/2) = Q \cdot L^2 / 10,3$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Luce Solaio	L =	4,80 m
Inclinazione solaio	$\alpha =$	16,00 °
Interasse Profili	i =	67,00 cm

TRAVI PRINCIPALI - (Sezione O120x60x3,5, in Acciaio S275 t<40 UNI EN 10025-2)

Altezza	h =	120,00 mm
Base	b =	120,00 mm
Spessore Anima	tw =	3,50 mm
Spessore Ali	tf =	3,50 mm
Area trasversale	A =	11,68 cm ²
Peso Specifico	P =	9,17 daN/m
Momento d'Inerzia	Iy=	211,97 cm ⁴
Modulo resistente	Wy=	35,33 cm ³
Momento d'Inerzia	Iz=	103,80 cm ⁴
Modulo resistente	Wz=	18,37 cm ³
Modulo Elastico	E =	210000,00 N/mm ²
Resist. Flessione	F _{y,k} =	275,00 N/mm ²
Resist. Taglio	F _{v,k} =	158,77 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI

CARICHI PERMANENTI:

PESO PROPRIO Travi Principali: 0,09x1,00/ 0,67 G_{k1}= 0,14 kN/mq

G₁ = 0,14 kN/mq

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI:

Coppi = 0,30 kN/mq

Onduline sottocoppo = 0,20 "

G₂ = 0,50 kN/mq

CARICHI VARIABILI DI BREVE DURATA:

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione . . . Q_{k1}= 0,50 kN/mq

CARICO NEVE:

ZONA III $a_s=750,00m$. $C_E=1,00$ $C_t=1,00$ $\mu=0,80$
 $0,80 \cdot [0,51 + [1 + (750/481)^2]] \cdot 1,00 \cdot 1,00$ Q_{k2}= 1,40 kN/mq

CARICO VENTO:

$q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 680,63 \cdot 1,708 \cdot 0,001 \cdot 1,00$ Q_{k3}= 1,16 kN/mq

VERIFICHE S.L.U.

La verifica allo S.L.U. viene eseguita sulla base di quanto indicato al punto 4.2.4.1 del D.M. 14/01/2008, adottando combinazioni del tipo:

$$Q_d = \gamma_{g1} \cdot G_1 + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k1} + \Sigma(\psi_{0i} \cdot Q_{ki})] \quad (i=2,n)$$

e verificando che le tensioni indotte risultino inferiori alla resistenza di calcolo:

$$S_d < R_d$$

Coefficienti Normativi relativi alle Azioni

Coefficiente Azioni Permanenti	:	$\gamma_{g1} = 1,10$
Coeff. Azioni Permanenti non strutturali	:	$\gamma_{g2} = 1,50$
Coefficiente Azioni Variabili	:	$\gamma_q = 1,50$
<i>Fattori di Combinazione</i>		
$\psi_{01} = 0,00;$	$\psi_{02} = 0,50;$	$\psi_{03} = 0,60$

COMBINAZIONI DI CARICO x S.L.U.

Azioni Permanenti Travi Principali : $G_k = G_1 = 0,14 \text{ kN/mq}$

N° Comb.	Azioni	$q_d \text{ (kN/mq)}$
1	$\gamma_{g1} \cdot G_k + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3}]$	3,74
2	$\gamma_{g1} \cdot G_k + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k2} + \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \psi_{03} \cdot Q_{k3}]$	4,04
3	$\gamma_{g1} \cdot G_k + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k3} + \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2}]$	3,69

Carico totale: $Q = 4,04 \text{ kN/mq}$
 Carico su 1 trave: $q = 2,71 \text{ kN/ml}$

Compon. perpen. falda: $q_v = q \cdot \cos(\alpha) = 2,60 \text{ kN/ml}$
 Compon. parall. falda: $q_o = q \cdot \sin(\alpha) = 0,75 \text{ kN/ml}$

VERIFICA FLESSIONE - SEZIONE MEZZERIA

$M_{y,d} = q_v \cdot L^2 / 10 = 5,83 \text{ kNm}$
 $M_{y,c,Rd} = W_y \cdot f_{yk} / g_M = 9,25 \text{ kNm}$
 $M_{y,d} / M_{y,c,Rd} = 0,63 < 1$ - VERIFICA

$M_{z,d} = q_o \cdot L^2 / 10 = 1,67 \text{ kNm}$
 $M_{z,c,Rd} = W_z \cdot f_{yk} / g_M = 4,81 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} / M_{z,c,Rd} = 0,35 < 1$ - VERIFICA

Verifica Flessione Deviata
 $M_{y,d} / M_{y,c,Rd} + M_{z,d} / M_{z,c,Rd} = 0,98 < 1$ - VERIFICA

VERIFICA FLESSIONE - SEZIONE ESTREMITA'

$M_{y,d} = q_v \cdot L^2 / 36 = 1,67 \text{ kNm}$
 $M_{y,c,Rd} = W_y \cdot f_{yk} / g_M = 9,25 \text{ kNm}$
 $M_{y,d} / M_{y,c,Rd} = 0,18 < 1$ - VERIFICA

$M_{z,d} = q_o \cdot L^2 / 36 = 0,48 \text{ kNm}$
 $M_{z,c,Rd} = W_z \cdot f_{yk} / g_M = 4,81 \text{ kNm}$
 $M_{z,d} / M_{z,c,Rd} = 0,10 < 1$ - VERIFICA

Verifica Flessione Deviata
 $M_{y,d} / M_{y,c,Rd} + M_{z,d} / M_{z,c,Rd} = 0,28 < 1$ - VERIFICA

VERIFICA TAGLIO

$V_{y,d} = q_v \cdot L / 2 = 6,25 \text{ kN}$
 $V_{y,c,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / V_3 \cdot g_M = 176,61 \text{ kN}$
 $A_v = A = 0,0011680 \text{ mq}$

$$V_{y,d} / V_{y,c,Rd} = 0,03540 < 1 \quad - \text{VERIFICA}$$

$$V_{z,d} = q_0 \cdot L / 2 = 1,79 \text{ kN}$$

$$V_{z,c,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / \sqrt{3} \cdot g_M = 176,61 \text{ kN}$$

$$A_v = A = 0,0011680 \text{ m}^2$$

$$V_{z,d} / V_{z,c,Rd} = 0,01015 < 1 \quad - \text{VERIFICA}$$

VERIFICHE S.L.E.

La verifica allo S.L.E. viene eseguita sulla base di quanto indicato al punto 4.2.4.2.1 del D.M. 14/01/2008, sommando:

- la deformazione δ_1 dovuto ai carichi permanenti
 - con la deformazione δ_2 dovuta ai carichi variabili
- e sottraendo alla stessa l'eventuale monta iniziale.

Data la condizione di vincolo (semincastro), la deformazione viene calcolata con la formula seguente:

$$\delta_v = (5/384 - 1/288) \cdot q_v \cdot L^4 / E \cdot J_y \quad ; \quad \delta_o = (5/384 - 1/288) \cdot q_o \cdot L^4 / E \cdot J_z$$

$$\delta = (\delta_v^2 + \delta_o^2)^{1/2}$$

Carichi Permanenti : $G = G_1 + G_2 = 0,64 \text{ kN/m}^2$; $q_p = 0,43 \text{ kN/m}$

Carichi Variabili : $Q_k = Q_{k1} = 0,50 \text{ kN/m}^2$; $q_v = 0,34 \text{ kN/m}$

Monta Iniziale $\delta_c = 0,00 \text{ cm}$

Freccia dovuta ai carichi permanenti $\delta_1 = 0,54 \text{ cm}$

Freccia dovuta ai carichi variabili $\delta_2 = 0,42 \text{ cm} < L/300 = 1,60 \text{ cm}$

Freccia totale $\delta_{tot} = \delta_1 + \delta_2 = 0,97 \text{ cm}$

Freccia massima $\delta_{max} = \delta_{tot} - \delta_c = 0,97 \text{ cm} < L/250 = 1,92 \text{ cm}$

1.3 Calcolo Capriate in acciaio

©SIM. Capriate in Acciaio Vers.ne 2010.1 # Licenza N.ro AP346245-EHZ7441-JD39 # ZAFONTE MARIO

PREMESSA

Il progetto e la verifica della Capriata in Acciaio viene condotto nei riguardi degli stati limite di esercizio e degli stati limite ultimi, ipotizzando un comportamento elastico lineare dei materiali, nel rispetto della normativa vigente:

Legge n.64 - 02/02/1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. 14/01/2008

Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare Applicativa 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

In particolare, determinati gli sforzi assiali che si ingenerano nelle aste che costituiscono la capriata, mediante il metodo matriciale degli spostamenti,

- per ogni asta soggetta a trazione (TIRANTE), si esegue la verifica allo SLU di Trazione mediante la relazione:

$$N_{ed}/N_{t,Rd} \leq 1$$

dove:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

- per ogni asta soggetta a compressione (PUNTONE), si esegue la verifica allo SLU di Compressione mediante la relazione:

$$N_{ed}/N_{c,Rd} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

inoltre, per le stesse viene eseguita la verifica di instabilità come definita al par. 4.2.4.1.3.1 del DM.14/01/2008:

$$N_{ed}/N_{b,Rd} \leq 1$$

Considerando le singole aste nel sistema di riferimento locale, poiché le stesse sono soggette oltre che allo sforzo assiale, anche al peso proprio ed in alcune aste vi è un carico distribuito che ingenera nelle stesse uno stato tensionale di flessione, si esegue inoltre la verifica a presso-flessione e taglio e/o a tenso-flessione e Taglio a seconda se la stessa è un puntone o un tirante.

I collegamenti delle singole aste con bulloni, vengono inoltre verificati agli SLU di Taglio e/o Trazione, a rifollamento della piastra, etc.

©SIM. Capriate in Acciaio Vers.ne 2010.1 # Licenza N.ro AP346245-EHZ7441-JD39 # ZAFONTE MARIO

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE

NODI CAPRIATA

Nodo N.	Ascissa X(m.)	Ordinata Y(m.)
1	0,00	0,00
2	3,10	0,00
3	7,60	0,00
4	10,70	0,00
5	2,86	0,80
6	5,35	1,50
7	7,84	0,80

ASTE CAPRIATA

Asta N.	Nodo i	Nodo j	Base(cm.)	Altezza(cm.)	Area (cmq)	Iy (cm4)	Wy (cm3)
1	1	2	60,00	60,00	10,16	36,40	9,56
2	2	3	60,00	60,00	10,16	36,40	9,56
3	3	4	60,00	60,00	10,16	36,40	9,56
4	1	5	82,00	160,00	20,10	869,00	109,00
5	5	6	82,00	160,00	20,10	869,00	109,00
6	6	7	82,00	160,00	20,10	869,00	109,00
7	7	4	82,00	160,00	20,10	869,00	109,00
8	2	5	30,00	60,00	5,08	18,20	4,78
9	2	6	30,00	60,00	5,08	18,20	4,78
10	3	6	30,00	60,00	5,08	18,20	4,78
11	3	7	30,00	60,00	5,08	18,20	4,78

©SIM. Capriate in Acciaio Vers.ne 2010.1 # Licenza N.ro AP346245-EHZ7441-JD39 # ZAFONTE MARIO

MATERIALE ASTE

Decrizione: S275 t<40 UNI EN 10025-2

fyk = 275,00 N/mm²
 ftk = 430,00 N/mm²
 E = 210000,00 N/mm²

VINCOLI ESTERNI

Nodo N.	Spost. X	Spost. Y
1	Bloccato	Bloccato
4	Libero	Bloccato

ANALISI DEI CARICHI - SOLAIO COPERTURA (In Acciaio)

CARICHI PERMANENTI:

PESO PROPRIO Travi Principali: 0,09x1,00/ 0,67 G_{k1}= 0,14 kN/mq

G₁ = 0,14 kN/mq

CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI:

Tegole (embrici e coppi) = 0,30 kN/mq
 = 0,20 "

G₂ = 0,50 kN/mq

CARICHI VARIABILI DI BREVE DURATA:

Coperture e sottotetti accessibili sola manutenzione . . . Q_{k1}= 0,50 kN/mq

CARICO NEVE:

ZONA III a_s=750,00m. C_E=1,00 C_t=1,00 μ=0,80
 0,80·[0,51+[1+(750/481)²]]·1,00·1,00 Q_{k2}= 1,40 kN/mq

CARICO VENTO:

q_b·C_e·C_p·C_d =680,63·1,708·0,001·1,00 Q_{k3}= 1,16 kN/mq

COMBINAZIONI DI CARICO

Per la determinazione dei carichi da applicare ai nodi della Capriata, sulla base di quanto indicato al punto 4.2.4.1 del D.M. 14/01/2008, si adottano combinazioni del tipo:

$$q_d = \gamma_{g1} \cdot G_1 + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k1} + \sum(\psi_{0i} \cdot Q_{ki})] \quad (i=2,n)$$

Essendo i Coefficienti Normativi relativi alle Azioni pari a:

Coefficiente Azioni Permanenti : $\gamma_{g1} = 1,10$
 Coeff. Azioni Permanenti non strutturali : $\gamma_{g2} = 1,50$
 Coefficiente Azioni Variabili : $\gamma_q = 1,50$
 Fattori di Combinazione
 $\psi_{01} = 0,00; \quad \psi_{02} = 0,50; \quad \psi_{03} = 0,60$

COMBINAZIONI DI CARICO x S.L.U.

Azioni Permanenti Travi Principali : G_k = G₁ = 0,14 kN/mq

N° Comb.	Azioni	q _d (kN/mq)
1	$\gamma_{g1} \cdot G_k + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3}]$	3,74
2	$\gamma_{g1} \cdot G_k + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_q \cdot [Q_{k2} + \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \psi_{03} \cdot Q_{k3}]$	4,04

$$3 \quad \gamma_{g1} \cdot G_k + \gamma_{g2} \cdot G_2 + \gamma_g \cdot [Q_{k3} + \psi_{01} \cdot Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2}] \quad 3,69$$

Carico Solaio nella C.C. più svantaggiosa $Q_t = 4,04 \text{ kN/m}^2$
 Lunghezza del Solaio portato dalla singola Capriata: $Z = 4,70 \text{ m}$
 Carico Lineare sulla Capriata $q = 18,80 \text{ kN/m}$

CARICHI NODALI

Nodo N.	Forza Dir. X (kN)	Forza Dir. Y (kN)
1	0,00	-26,88
2	0,00	0,00
3	0,00	0,00
4	0,00	-26,88
5	0,00	-50,29
6	0,00	-46,81
7	0,00	-50,29

RISULTATI DI CALCOLO - METODO DEGLI SPOSTAMENTI

SPOSTAMENTI

x1= 0,00 mm.
 y1= 0,00 mm.
 x2= 3,83 mm.
 y2= -34,50 mm.
 x3= 7,61 mm.
 y3= -34,50 mm.
 x4= 11,44 mm.
 y4= 0,00 mm.
 x5= 7,46 mm.
 y5= -33,81 mm.
 x6= 5,72 mm.
 y6= -33,49 mm.
 x7= 3,98 mm.
 y7= -33,81 mm.

REAZIONI VINCOLARI

NODO N. 1 $R_x = 0,00 \text{ kN}$ $R_y = 100,58 \text{ kN}$
 NODO N. 4 $R_x = 0,00 \text{ kN}$ $R_y = 100,58 \text{ kN}$

VERIFICHE S.L.U.

S.L.U. di COMPRESSIONE/TRAZIONE

Asta N.	Profilo	Materiale	S.L.	Ned (kN)	Nrd (kN)	Ned/Nrd
1	2LV60x6	S275 t<40 UNI EN 100	T	263,46	266,10	0,99 < 1
2	"	"	T	179,37	266,10	0,67 < 1
3	"	"	T	263,46	266,10	0,99 < 1
4	IPE 160	"	C	273,58	526,43	0,52 < 1

5	"	"	C	259,12	526,43	0,49 < 1
6	"	"	C	259,12	526,43	0,49 < 1
7	"	"	C	273,58	526,43	0,52 < 1
8	LV 60x30x6	"	C	48,78	133,05	0,37 < 1
9	"	"	T	84,23	133,05	0,63 < 1
10	"	"	T	84,22	133,05	0,63 < 1
11	"	"	C	48,78	133,05	0,37 < 1

S.L.U. di INSTABILITA' ASTE COMPRESSE

Asta N.	L (m)	λ	α	ϕ	χ	Ned (kN)	Nbrd (kN)	Ned/Nbrd
4	2,97	31,59	0,21	0,58	0,96	273,58	506,41	0,54 < 1
5	2,59	27,52	0,21	0,56	0,97	259,12	512,45	0,51 < 1
6	2,59	27,52	0,21	0,56	0,97	259,12	512,45	0,51 < 1
7	2,97	31,59	0,21	0,58	0,96	273,58	506,41	0,54 < 1
8	0,84	30,93	0,34	0,59	0,94	48,78	125,50	0,39 < 1
11	0,84	30,93	0,34	0,59	0,94	48,78	125,50	0,39 < 1

VERIFICHE S.L.U. nel sistema Locale delle singole aste

S.L.U di PRESSOFLESSIONE E/O TENSOFFLESSIONE E TAGLIO

(art. 4.2.4.1.2 D.M. 14/01/2008 ed art.6.2.9 UNI EN 1993-1-1)

Nel caso di aste soggette a Presso Tenso Flessione, si verifica che risulti:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$$

dove:

$M_{N,Rd}$ è il valore della resistenza convenzionale di calcolo a flessione retta, ridotto per effetto della presenza della forza assiale, che in assenza di Taglio, è pari a:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot [1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2] \quad \text{- per aste generiche;}$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1-n)/(1-0.5a) \quad \text{- per aste ad I o ad H di classe 1 e 2.}$$

Asta	S.L	L (m)	q (kN/m)	N (kN)	M (kNm)	T (kN)	Nrd (kN)	Mrd (kNm)	Vrd (kN)	Verifica
1	T	3,10	0,00	263,46	0,00	0,00	266,10	2,50	89,27	ok
2	T	4,50	0,00	179,37	0,00	0,00	266,10	2,50	89,27	ok
3	T	3,10	0,00	263,46	0,00	0,00	266,10	2,50	89,27	ok
4	P	2,97	18,11	273,58	19,96	26,88	526,43	28,55	120,42	ok
5	P	2,59	18,10	259,12	15,14	23,41	526,43	28,55	120,42	ok

Asta	S.L	L (m)	q (kN/m)	N (kN)	M (kNm)	T (kN)	Nrd (kN)	Mrd (kNm)	Vrd (kN)	Verifica
6	P	2,59	18,10	259,12	15,14	23,41	526,43	28,55	120,42	ok
7	P	2,97	18,11	273,58	19,96	26,88	526,43	28,55	120,42	ok
8	P	0,84	0,00	48,78	0,00	0,00	133,05	1,25	49,60	ok
9	T	2,70	0,00	84,23	0,00	0,00	133,05	1,25	49,60	ok
10	T	2,70	0,00	84,22	0,00	0,00	133,05	1,25	49,60	ok
11	P	0,84	0,00	48,78	0,00	0,00	133,05	1,25	49,60	ok

VERIFICA COLLEGAMENTI

NODO N. 1

UNIONE TRAVE CATENA

DATI BULLONI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento Bulloni	fyb =	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura Bulloni	ftb =	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	14 mm
Area Resistente	Ares =	157 mm ²

DATI PIASTRA

Spessore	t =	10,00 mm
Diametro Fori	d0 =	15,00 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	fyk =	275,00 N/mm ²
Resistenza caratteristica di Rottura	ftk =	430,00 N/mm ²

DATI SALDATURA - Cordone Angolo

Lunghezza saldatura	Ls =	200,00 mm
Spessore di Gola	a =	5,00 mm
Angolo di inclinazione Saldatura	αs =	15,63 °

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni		
FvRd = 0.5·ftb·Ares/1.25	=	60,29 kN
Resistenza a rifollamento Piastra		
FbRd = k·α·ftk·d·t/1.25	=	120,40 kN

DATI PROFILO

Profilo (2LV: Profili ad L ali disuguali a...)	=	2LV60x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	3
Distanza Bulloni di estremità	h' =	100,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	nT =	2,00
Angolo di inclinazione Profilo	αp =	0,00 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	α =	15,63 °

SOLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N =	263,46 kN
----------------	-----	-----------

VERIFICA

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale		
Taglio medio per bullone	H = N/n	= 87,82 kN

Risultante Taglio singolo Bullone	R = H	= 87,82 kN
-----------------------------------	-------	------------

VERIFICA A TAGLIO FvEd = R/2 = 43,91 kN < FvRd = 60,29 kN - VERIFICA

VERIFICA A RIFOLLAMENTO FvEd = R = 87,82 kN < FbRd = 120,40 kN - VERIFICA

VERIFICA SALDATURA (a cordone d'angolo)

Tensione tangenziale ortogonale all'asse del cordone d'angolo:

$$t_o = [N \cdot \sin(\alpha) + T \cdot \cos(\alpha)] / 2 \cdot a \cdot L = 35,49 \text{ N/mm}^2$$

Tensione tangenziale parallela all'asse del cordone d'angolo:

$$t_p = [N \cdot \cos(\alpha) + T \cdot \sin(\alpha)] / 2 \cdot a \cdot L = 126,86 \text{ N/mm}^2$$

Coefficienti x Tipo di Acciaio elementi collegati:

$$\beta_1 = 0,70; \quad \beta_2 = 0,85$$

$$(t_o^2 + t_p^2)^{1/2} = 131,73 \text{ N/mm}^2 < \beta_1 \cdot F_{yk} = 192,50 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}$$

$$|t_o| = 35,49 \text{ N/mm}^2 < \beta_2 \cdot F_{yk} = 233,75 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}$$

NODO N. 2

UNIONE NODO MULTI ASTE

DATI BULLONI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento Bulloni	f_{yb} =	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura Bulloni	f_{tb} =	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	14 mm
Area Resistente	A_{res} =	157 mm ²

DATI PIASTRA

Spessore	t =	10,00 mm
Diametro Fori	d_0 =	15,00 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	f_{yk} =	275,00 N/mm ²
Resistenza caratteristica di Rottura	f_{tk} =	430,00 N/mm ²

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni		
$F_{vRd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25$	=	60,29 kN
Resistenza a rifollamento Piastra		
$F_{bRd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / 1.25$	=	120,40 kN

DATI PROFILI

Profilo N. 1: (2LV: Profili ad L ali disuguali a...)	=	2LV60x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e_1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p_1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e_2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	3
Distanza Bulloni di estremità	h' =	100,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	n_T =	2,00
Angolo di inclinazione Profilo	α_p =	180,00 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	α =	0,00 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N =	263,46 kN
----------------	-------	-----------

Profilo N. 2: (2LV: Profili ad L ali disuguali a...)	=	2LV60x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e_1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p_1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e_2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	3
Distanza Bulloni di estremità	h' =	100,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	n_T =	2,00
Angolo di inclinazione Profilo	α_p =	0,00 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	α =	180,00 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N =	179,37 kN
----------------	-------	-----------

Profilo N. 3: (LV : Profili ad L ad ali disuguali)	=	LV 60x30x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e_1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p_1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e_2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	2
Distanza Bulloni di estremità	h' =	50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	n_T =	1,00
Angolo di inclinazione Profilo	α_p =	253,30 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	α =	-73,30 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N =	-48,78 kN
----------------	-------	-----------

Profilo N. 4: (LV : Profili ad L ad ali disuguali)	=	LV 60x30x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e_1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p_1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm

Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	2
Distanza Bulloni di estremità	h' =	50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	nT =	1,00
Angolo di inclinazione Profilo	$\alpha_p =$	326,31 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	$\alpha =$	-146,31 °
SOLLECITAZIONI		
Sforzo Assiale	N =	84,23 kN

VERIFICA

PROFILO N. 1

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
 Taglio medio per bullone $H = N/n = 87,82 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 87,82 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $F_{vEd} = R/2 = 43,91 \text{ kN} < F_{vRd} = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $F_{vEd} = R = 87,82 \text{ kN} < F_{bRd} = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

PROFILO N. 2

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
 Taglio medio per bullone $H = N/n = 59,79 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 59,79 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $F_{vEd} = R/2 = 29,90 \text{ kN} < F_{vRd} = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $F_{vEd} = R = 59,79 \text{ kN} < F_{bRd} = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

PROFILO N. 3

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
 Taglio medio per bullone $H = N/n = 24,39 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 24,39 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $F_{vEd} = R = 24,39 \text{ kN} < F_{vRd} = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $F_{vEd} = R = 24,39 \text{ kN} < F_{bRd} = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

PROFILO N. 4

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
 Taglio medio per bullone $H = N/n = 42,12 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 42,12 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $F_{vEd} = R = 42,12 \text{ kN} < F_{vRd} = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $F_{vEd} = R = 42,12 \text{ kN} < F_{bRd} = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

NODO N. 3

UNIONE NODO MULTI ASTE

DATI BULLONI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento Bulloni	$f_{yb} =$	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura Bulloni	$f_{tb} =$	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	16 mm
Area Resistente	$A_{res} =$	157 mm ²

DATI PIASTRA

Spessore t = 10,00 mm
Diametro Fori d0 = 17,00 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio = S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento fyk = 275,00 N/mm²
Resistenza caratteristica di Rottura ftk = 430,00 N/mm²

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni
FvRd = 0.5·ftb·Ares/1.25 = 60,29 kN
Resistenza a rifollamento Piastra
FbRd = k·α·ftk·d·t/1.25 = 134,90 kN

DATI PROFILI

Profilo N. 1: (2LV: Profili ad L ali disuguali a...)= 2LV60x6
Altezza profilo H = 60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena a = 50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone e1 = 50,00 mm
Interasse Bulloni p1 = 50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra b = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena c = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni e2 = 25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila n = 3
Distanza Bulloni di estremità h' = 100,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni nT = 2,00
Angolo di inclinazione Profilo αp = 180,00 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura α = 0,00 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale N = 179,37 kN

Profilo N. 2: (2LV: Profili ad L ali disuguali a...)= 2LV60x6
Altezza profilo H = 60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena a = 50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone e1 = 50,00 mm
Interasse Bulloni p1 = 50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra b = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena c = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni e2 = 25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila n = 3
Distanza Bulloni di estremità h' = 100,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni nT = 2,00
Angolo di inclinazione Profilo αp = 0,00 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura α = 180,00 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale N = 263,46 kN

Profilo N. 3: (LV : Profili ad L ad ali disuguali)= LV 60x30x6
Altezza profilo H = 60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena a = 50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone e1 = 50,00 mm
Interasse Bulloni p1 = 50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra b = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena c = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni e2 = 25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila n = 2
Distanza Bulloni di estremità h' = 50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni nT = 1,00
Angolo di inclinazione Profilo αp = 213,69 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura α = -33,69 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale N = 84,22 kN

Profilo N. 4: (LV : Profili ad L ad ali disuguali)= LV 60x30x6
Altezza profilo H = 60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena a = 50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone e1 = 50,00 mm
Interasse Bulloni p1 = 50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra b = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena c = 30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni e2 = 25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila n = 2
Distanza Bulloni di estremità h' = 50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni nT = 1,00
Angolo di inclinazione Profilo αp = 286,70 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura α = -106,70 °

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale

N = -48,78 kN

VERIFICA

PROFILO N. 1

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
Taglio medio per bullone $H = N/n = 59,79 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 59,79 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $FvEd = R/2 = 29,90 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $FvEd = R = 59,79 \text{ kN} < FbRd = 134,90 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

PROFILO N. 2

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
Taglio medio per bullone $H = N/n = 87,82 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 87,82 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $FvEd = R/2 = 43,91 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $FvEd = R = 87,82 \text{ kN} < FbRd = 134,90 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

PROFILO N. 3

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
Taglio medio per bullone $H = N/n = 42,11 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 42,11 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $FvEd = R = 42,11 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $FvEd = R = 42,11 \text{ kN} < FbRd = 134,90 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

PROFILO N. 4

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
Taglio medio per bullone $H = N/n = 24,39 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 24,39 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $FvEd = R = 24,39 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $FvEd = R = 24,39 \text{ kN} < FbRd = 134,90 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

NODO N. 4

UNIONE TRAVE CATENA

DATI BULLONI

Classe della Vite = 8.8
Dado = 8
Resistenza a Snervamento Bulloni $fyb = 640,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a Rottura Bulloni $ftb = 800,00 \text{ N/mm}^2$
Diametro dei Bulloni $d = 14 \text{ mm}$
Area Resistente $Ares = 157 \text{ mm}^2$

DATI PIASTRA

Spessore $t = 10,00 \text{ mm}$
Diametro Fori $d0 = 15,00 \text{ mm}$

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio = S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento $fyk = 275,00 \text{ N/mm}^2$

Resistenza caratteristica di Rottura $f_{tk} = 430,00 \text{ N/mm}^2$

DATI SALDATURA - Cordone Angolo

Lunghezza saldatura $L_s = 200,00 \text{ mm}$
Spessore di Gola $a = 5,00 \text{ mm}$
Angolo di inclinazione Saldatura $\alpha_s = 15,63^\circ$

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni
 $F_{vRd} = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25 = 60,29 \text{ kN}$
Resistenza a rifollamento Piastra
 $F_{bRd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / 1.25 = 120,40 \text{ kN}$

DATI PROFILO

Profilo (2LV: Profili ad L ali disuguali a...) = 2LV60x6
Altezza profilo $H = 60,00 \text{ mm}$
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena $a = 50,00 \text{ mm}$
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone $e_1 = 50,00 \text{ mm}$
Interasse Bulloni $p_1 = 50,00 \text{ mm}$
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra $b = 30,00 \text{ mm}$
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena $c = 30,00 \text{ mm}$
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni $e_2 = 25,00 \text{ mm}$
Numero di Bulloni sulla fila $n = 3$
Distanza Bulloni di estremità $h' = 100,00 \text{ mm}$
Numero sezioni di intaglio Bulloni $n_T = 2,00$
Angolo di inclinazione Profilo $\alpha_p = 180,00^\circ$
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura $\alpha = 15,63^\circ$

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale $N = 263,46 \text{ kN}$

VERIFICA

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
Taglio medio per bullone $H = N/n = 87,82 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 87,82 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $F_{vEd} = R/2 = 43,91 \text{ kN} < F_{vRd} = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $F_{bEd} = R = 87,82 \text{ kN} < F_{bRd} = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA SALDATURA (a cordone d'angolo)

Tensione tangenziale ortogonale all'asse del cordone d'angolo:

$$t_o = [N \cdot \sin(\alpha) + T \cdot \cos(\alpha)] / 2 \cdot a \cdot L = 35,49 \text{ N/mm}^2$$

Tensione tangenziale parallela all'asse del cordone d'angolo:

$$t_p = [N \cdot \cos(\alpha) + T \cdot \sin(\alpha)] / 2 \cdot a \cdot L = 126,86 \text{ N/mm}^2$$

Coefficienti x Tipo di Acciaio elementi collegati:

$$\beta_1 = 0,70; \quad \beta_2 = 0,85$$

$$(t_o^2 + t_p^2)^{1/2} = 131,73 \text{ N/mm}^2 < \beta_1 \cdot F_{yk} = 192,50 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}$$

$$|t_o| = 35,49 \text{ N/mm}^2 < \beta_2 \cdot F_{yk} = 233,75 \text{ N/mm}^2 - \text{VERIFICA}$$

NODO N. 5

UNIONE NODO LIBERO CON PIASTRA

DATI BULLONI

Classe della Vite = 8.8
Dado = 8
Resistenza a Snervamento Bulloni $f_{yb} = 640,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a Rottura Bulloni $f_{tb} = 800,00 \text{ N/mm}^2$
Diametro dei Bulloni $d = 14 \text{ mm}$
Area Resistente $A_{res} = 157 \text{ mm}^2$

DATI PIASTRA

Spessore $t = 10,00 \text{ mm}$
Diametro Fori $d_0 = 17,00 \text{ mm}$

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio = S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento $f_{yk} = 275,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica di Rottura $f_{tk} = 430,00 \text{ N/mm}^2$

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni
 $FvRd = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25$ = 60,29 kN
 Resistenza a rifollamento Piastra
 $FbRd = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / 1.25$ = 118,04 kN

DATI PROFILO

Profilo (LV : Profili ad L ad ali disuguali) = LV 60x30x6
 Altezza profilo H = 60,00 mm
 Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena a = 50,00 mm
 Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone e1 = 50,00 mm
 Interasse Bulloni p1 = 50,00 mm
 Distanza n° Bullone - Bordo Piastra b = 30,00 mm
 Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena c = 30,00 mm
 Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni e2 = 25,00 mm
 Numero di Bulloni sulla fila n = 2
 Distanza Bulloni di estremità h' = 50,00 mm
 Numero sezioni di intaglio Bulloni nT = 1,00
 Angolo di inclinazione Profilo $\alpha_p = 73,30^\circ$
 Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura $\alpha = 106,70^\circ$
SOLLECITAZIONI
 Sforzo Assiale N = -48,78 kN

VERIFICA

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale
 Taglio medio per bullone $H = N/n$ = 24,39 kN
 Risultante Taglio singolo Bullone $R = H$ = 24,39 kN

VERIFICA A TAGLIO $FvEd = R = 24,39 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN}$ - VERIFICA

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $FbEd = R = 24,39 \text{ kN} < FbRd = 118,04 \text{ kN}$ - VERIFICA

NODO N. 6

UNIONE NODO LIBERO CON PIASTRA

DATI BULLONI

Classe della Vite = 8.8
 Dado = 8
 Resistenza a Snervamento Bulloni $f_{yb} = 640,00 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza a Rottura Bulloni $f_{tb} = 800,00 \text{ N/mm}^2$
 Diametro dei Bulloni d = 14 mm
 Area Resistente $A_{res} = 157 \text{ mm}^2$

DATI PIASTRA

Spessore t = 10,00 mm
 Diametro Fori d0 = 15,00 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio = S275 t<40 UNI EN 10025-2
 Resistenza caratteristica di Snervamento $f_{yk} = 275,00 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza caratteristica di Rottura $f_{tk} = 430,00 \text{ N/mm}^2$

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni
 $FvRd = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25$ = 60,29 kN
 Resistenza a rifollamento Piastra
 $FbRd = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / 1.25$ = 120,40 kN

DATI PROFILO

Profilo (LV : Profili ad L ad ali disuguali)	=	LV 60x30x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	2
Distanza Bulloni di estremità	h' =	50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	nT =	1,00
Angolo di inclinazione Profilo	$\alpha_p =$	146,31 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	$\alpha =$	33,69 °
<u>SOLLECITAZIONI</u>		
Sforzo Assiale	N =	84,23 kN

VERIFICA

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale

$$\text{Taglio medio per bullone} \quad H = N/n = 42,12 \text{ kN}$$

$$\text{Risultante Taglio singolo Bullone} \quad R = H = 42,12 \text{ kN}$$

$$\text{VERIFICA A TAGLIO} \quad F_vEd = R = 42,12 \text{ kN} < F_vRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$$

$$\text{VERIFICA A RIFOLLAMENTO} \quad F_vEd = R = 42,12 \text{ kN} < F_bRd = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$$

NODO N. 6

UNIONE NODO LIBERO CON PIASTRA

DATI BULLONI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento Bulloni	$f_{yb} =$	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura Bulloni	$f_{tb} =$	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	14 mm
Area Resistente	$A_{res} =$	157 mm ²

DATI PIASTRA

Spessore	t =	10,00 mm
Diametro Fori	d0 =	15,00 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	$f_{yk} =$	275,00 N/mm ²
Resistenza caratteristica di Rottura	$f_{tk} =$	430,00 N/mm ²

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni		
$F_vRd = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / 1.25$	=	60,29 kN
Resistenza a rifollamento Piastra		
$F_bRd = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / 1.25$	=	120,40 kN

DATI PROFILO

Profilo (LV : Profili ad L ad ali disuguali)	=	LV 60x30x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm

Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	2
Distanza Bulloni di estremità	h' =	50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	nT =	1,00
Angolo di inclinazione Profilo	$\alpha_p =$	33,69 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	$\alpha =$	146,31 °
SOLLECITAZIONI		
Sforzo Assiale	N =	84,22 kN

VERIFICA

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale

Taglio medio per bullone $H = N/n = 42,11 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 42,11 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $FvEd = R = 42,11 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $FvEd = R = 42,11 \text{ kN} < FbRd = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

NODO N. 7

UNIONE NODO LIBERO CON PIASTRA

DATI BULLONI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento Bulloni	fyb =	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura Bulloni	ftb =	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	14 mm
Area Resistente	Ares =	157 mm ²

DATI PIASTRA

Spessore	t =	10,00 mm
Diametro Fori	d0 =	15,00 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	fyk =	275,00 N/mm ²
Resistenza caratteristica di Rottura	ftk =	430,00 N/mm ²

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni		
$FvRd = 0.5 \cdot ftb \cdot Ares / 1.25$	=	60,29 kN
Resistenza a rifollamento Piastra		
$FbRd = k \cdot \alpha \cdot ftk \cdot d \cdot t / 1.25$	=	120,40 kN

DATI PROFILO

Profilo (LV : Profili ad L ad ali disuguali)	=	LV 60x30x6
Altezza profilo	H =	60,00 mm
Distanza X Bordo Piastra - Bordo Catena	a =	50,00 mm
Distanza X Bordo Catena - 1° Bullone	e1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	50,00 mm
Distanza n° Bullone - Bordo Piastra	b =	30,00 mm
Distanza Y Bordo Piastra - Bordo Catena	c =	30,00 mm

Distanza Y Bordo Catena - fila Bulloni	e2 =	25,00 mm
Numero di Bulloni sulla fila	n =	2
Distanza Bulloni di estremità	h' =	50,00 mm
Numero sezioni di intaglio Bulloni	nT =	1,00
Angolo di inclinazione Profilo	$\alpha_p =$	106,70 °
Angolo Asse Profilo - Asse Saldatura	$\alpha =$	73,30 °
<u>SOLLECITAZIONI</u>		
Sforzo Assiale	N =	-48,78 kN

VERIFICA

Componente Orizzontale dovuta allo Sforzo Assiale

Taglio medio per bullone $H = N/n = 24,39 \text{ kN}$

Risultante Taglio singolo Bullone $R = H = 24,39 \text{ kN}$

VERIFICA A TAGLIO $F_vEd = R = 24,39 \text{ kN} < F_vRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

VERIFICA A RIFOLLAMENTO $F_vEd = R = 24,39 \text{ kN} < F_bRd = 120,40 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$

NODO N. 6

UNIONE TRAVE-TRAVE CON FLANGE

DATI BULLONI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento Bulloni	$f_{yb} =$	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura Bulloni	$f_{tb} =$	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	14 mm
Area Resistente	Ares =	157 mm ²

DATI FLANGE

Base	B =	200,0 mm
Altezza	H =	240,0 mm
Spessore	t =	10,0 mm
Diametro Fori	d0 =	15,0 mm
Distanza X Bulloni - Bordo Flangia	e1 =	50,00 mm
Interasse X Bulloni	p1 =	100,00 mm
Distanza Y Bulloni - Bordo Flangia	e2 =	70,00 mm
Interasse Y Bulloni	p2 =	50,00 mm
Numero di Bulloni	nb =	6
Estremo di Nocciolo Bulloni	h' =	13,89 mm

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	$f_{yk} =$	275,00 N/mm ²
Resistenza caratteristica di Rottura	$f_{tk} =$	430,00 N/mm ²

RESISTENZE DI CALCOLO

Resistenza a taglio Bulloni		
$F_vRd = 0.5 \cdot f_{tb} \cdot Ares / 1.25$	=	60,29 kN
Resistenza a trazione Bulloni		
$F_tRd = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot Ares / 1.25$	=	90,43 kN

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale	N =	-259,12 kN
Taglio	T =	23,41 kN

Momento Flettente

M = 15,14 kNm

VERIFICA

Essendo l'unione sollecitata a Taglio, sul singolo Bullone agisce l'Azione di Taglio:

$$FvEd = T/nb = 3,90 \text{ kN}$$

Essendo $e = M/N = -58,4 \text{ mm.}$, l'Unione è inoltre sollecitata a PressoFlessione

Eccentricità Forza Assiale - Bordo Superiore $d = -178,4 \text{ mm.}$

Posizione Asse Neutro $yc = 15,5 \text{ mm.}$

Azione di Trazione Max su 1 Bullone

$$FtEd = N \cdot Ares \cdot (yi - yc) / [\sum Ares \cdot (yi - yc) - 0.5 \cdot B \cdot yc^2] = 84,60 \text{ kN}$$

Verifica Taglio / Trazione

$$FvEd/FvRd + FtEd/1.4FtRd = 0,73 < 1 - \text{VERIFICA}$$

$$FvEd = 3,90 \text{ kN} < FvRd = 60,29 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$$

$$FtEd = 84,60 \text{ kN} < FtRd = 90,43 \text{ kN} - \text{VERIFICA}$$

NODO N. 1

UNIONE COLONNA PLINTO

DATI PIASTRA

Base	B =	200,00 mm
Altezza	H =	300,00 mm
Spessore	t =	10,00 mm
Diametro Fori	d0 =	21,00 mm
Distanza X Bullone - Bordo Piastra	e1 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p1 =	100,00 mm
Distanza Y Bullone - Bordo Piastra	e2 =	50,00 mm
Interasse Bulloni	p2 =	200,00 mm

DATI BULLONI / TIRAFONDI

Classe della Vite	=	8.8
Dado	=	8
Resistenza a Snervamento	fyb =	640,00 N/mm ²
Resistenza a Rottura	ftb =	800,00 N/mm ²
Diametro dei Bulloni	d =	20 mm
Area Resistente	Ares =	245 mm ²
Lunghezza di Ancoraggio	L =	400 mm

DATI CALCESTRUZZO

Classe		C20/25
Resistenza Car. Cubica	Rck =	25,00 N/mm ²
Resistenza Car. Cilindrica	fck =	20,75 N/mm ²
Coeff. parziale di sicurezza cls	$\gamma_c =$	1,50
Coeff. per effetti di Lungo Termine	$\alpha_{cc} =$	0,85
Valore Medio Resistenza compressione cls	fcm =	28,75 N/mm ²
Valore Medio Resistenza trazione cls	fctm =	2,27 N/mm ²
Modulo Elastico cls	Ec =	30200,49 N/mm ²
Diagramma Calcolo Tensione-Deform. cls.:		Parabola Rettangolo (CEB)
Deformazione limite elasto-plastico cls	$\epsilon_{c2} =$	0,20%
Deformazione Ultima cls	$\epsilon_{cu} =$	0,35%
Resistenza di Progetto a Compressione	fcd =	11,76 N/mm ²
Resistenza di Progetto a Trazione	fctd =	1,06 N/mm ²

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio	=	S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento	fyk =	275,00 N/mm ²

Resistenza caratteristica di Rottura $f_{tk} = 430,00 \text{ N/mm}^2$

DATI COLONNA

Profilo (IPE: Profili IPE ad ali parallele) = IPE 160
Base profilo $B = 82,00 \text{ mm}$
Altezza profilo $H = 160,00 \text{ mm}$

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale $N = 100,58 \text{ kN}$

VERIFICA

Verifica Calcestruzzo a Compressione Centrata

Valore di Calcolo Sforzo Assiale Resistente $N_{rd} = B_p \cdot H_p \cdot f_{cd} = 705,60 \text{ kN}$
 $N_{ed} = 100,58 \text{ kN} < N_{rd}$ - VERIFICA

Verifica Piastra

Tensione di Contatto Piastra - Cls. $\sigma_c = 1,68 \text{ N/mm}^2$
Distanza Bordo Piastra - Bordo Colonna $L_1 = 59,00 \text{ mm}$
Distanza Bordo Piastra - Bordo Colonna $L_2 = 70,00 \text{ mm}$
Valore di Calcolo Taglio Resistente Direzione 1 $V_{prd1} = B_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 302,42 \text{ kN}$
Valore di Calcolo Taglio Resistente Direzione 2 $V_{prd2} = H_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 453,63 \text{ kN}$
Valore di Calcolo Momento Resistente Direzione 1 $M_{prd1} = (B_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 0,87 \text{ kNm}$
Valore di Calcolo Momento Resistente Direzione 2 $M_{prd2} = (H_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 1,31 \text{ kNm}$
 $V_{ed1} = \sigma_c \cdot B_p \cdot L_2 = 23,47 \text{ kN} < V_{prd1}$ - VERIFICA
 $V_{ed2} = \sigma_c \cdot H_p \cdot L_1 = 29,67 \text{ kN} < V_{prd2}$ - VERIFICA
 $M_{ed1} = \sigma_c \cdot B_p \cdot L_2^2 / 2 = 0,82 \text{ kNm} < M_{prd1}$ - VERIFICA
 $M_{ed2} = \sigma_c \cdot H_p \cdot L_1^2 / 2 = 0,58 \text{ kNm} < M_{prd2}$ - VERIFICA

NODO N. 4

UNIONE COLONNA PLINTO

DATI PIASTRA

Base $B = 200,00 \text{ mm}$
Altezza $H = 300,00 \text{ mm}$
Spessore $t = 10,00 \text{ mm}$
Diametro Fori $d_0 = 21,00 \text{ mm}$
Distanza X Bullone - Bordo Piastra $e_1 = 50,00 \text{ mm}$
Interasse Bulloni $p_1 = 100,00 \text{ mm}$
Distanza Y Bullone - Bordo Piastra $e_2 = 50,00 \text{ mm}$
Interasse Bulloni $p_2 = 200,00 \text{ mm}$

DATI BULLONI / TIRAFONDI

Classe della Vite = 8.8
Dado = 8
Resistenza a Snervamento $f_{yb} = 640,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a Rottura $f_{tb} = 800,00 \text{ N/mm}^2$
Diametro dei Bulloni $d = 20 \text{ mm}$
Area Resistente $A_{res} = 245 \text{ mm}^2$
Lunghezza di Ancoraggio $L = 400 \text{ mm}$

DATI CALCESTRUZZO

Classe C20/25
Resistenza Car. Cubica $R_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza Car. Cilindrica $f_{ck} = 20,75 \text{ N/mm}^2$
Coeff. parziale di sicurezza cls $\gamma_c = 1,50$
Coeff. per effetti di Lungo Termine $\alpha_{cc} = 0,85$
Valore Medio Resistenza compressione cls $f_{cm} = 28,75 \text{ N/mm}^2$
Valore Medio Resistenza trazione cls $f_{ctm} = 2,27 \text{ N/mm}^2$
Modulo Elastico cls $E_c = 30200,49 \text{ N/mm}^2$
Diagramma Calcolo Tensione-Deform. cls.: Parabola Rettangolo (CEB)
Deformazione limite elasto-plastico cls $\epsilon_{c2} = 0,20\%$
Deformazione Ultima cls $\epsilon_{cu} = 0,35\%$
Resistenza di Progetto a Compressione $f_{cd} = 11,76 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di Progetto a Trazione $f_{ctd} = 1,06 \text{ N/mm}^2$

DATI ACCIAIO

Tipo di Acciaio = S275 t<40 UNI EN 10025-2
Resistenza caratteristica di Snervamento $f_{yk} = 275,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica di Rottura $f_{tk} = 430,00 \text{ N/mm}^2$

DATI COLONNA

Profilo (IPE: Profili IPE ad ali parallele) = IPE 160
Base profilo $B = 82,00 \text{ mm}$

Altezza profilo

H = 160,00 mm

SOLLECITAZIONI

Sforzo Assiale

N = 100,58 kN

VERIFICA

Verifica Calcestruzzo a Compressione Centrata

Valore di Calcolo Sforzo Assiale Resistente $N_{rd} = B_p \cdot H_p \cdot f_{cd} = 705,60 \text{ kN}$

$N_{ed} = 100,58 \text{ kN} < N_{rd}$ - VERIFICA

Verifica Piastra

Tensione di Contatto Piastra - Cls.

$\sigma_c = 1,68 \text{ N/mm}^2$

Distanza Bordo Piastra - Bordo Colonna

L1 = 59,00 mm

Distanza Bordo Piastra - Bordo Colonna

L2 = 70,00 mm

Valore di Calcolo Taglio Resistente Direzione 1

$V_{prd1} = B_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 302,42 \text{ kN}$

Valore di Calcolo Taglio Resistente Direzione 2

$V_{prd2} = H_p \cdot s_p \cdot f_{vd} = 453,63 \text{ kN}$

Valore di Calcolo Momento Resistente Direzione 1

$M_{prd1} = (B_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 0,87 \text{ kNm}$

Valore di Calcolo Momento Resistente Direzione 2

$M_{prd2} = (H_p \cdot s_p^2 / 6) \cdot f_{yd} = 1,31 \text{ kNm}$

$V_{ed1} = \sigma_c \cdot B_p \cdot L2 = 23,47 \text{ kN} < V_{prd1}$ - VERIFICA

$V_{ed2} = \sigma_c \cdot H_p \cdot L1 = 29,67 \text{ kN} < V_{prd2}$ - VERIFICA

$M_{ed1} = \sigma_c \cdot B_p \cdot L2^2 / 2 = 0,82 \text{ kNm} < M_{prd1}$ - VERIFICA

$M_{ed2} = \sigma_c \cdot H_p \cdot L1^2 / 2 = 0,58 \text{ kNm} < M_{prd2}$ - VERIFICA

2 CONCLUSIONI DEL PROGETTISTA

Al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità del risultato, come richiesto al § 10.2 NTC08, il progettista strutturale assevera di aver:

- Esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software utilizzati e di ritenerli Affidabili ed idonei alla struttura in oggetto.
- Controllato accuratamente i tabulati di calcolo, in particolare la tabella “Equilibrio per piano”, il Listato degli errori numerici del solutore e le tabelle di verifica delle sezioni.
- Confrontato i risultati del software con quelli ottenuti con semplici calcoli di massima.
- Esaminato gli stati tensionali e deformativi e di ritenerli consistenti e coerenti con la schematizzazione e modellazione della struttura.

Pertanto, poiché tutte le verifiche effettuate sono state superate, ritiene che i risultati siano accettabili e che il presente progetto strutturale sia conforme alle Leggi n°1086/71 e n°64/74, e al DM 14/01/2008 (Norme tecniche per le costruzioni).

Dalla valutazione sulle condizioni di sicurezza e delle caratteristiche di resistenza degli elementi strutturali esistenti e dalle verifiche riportate nelle pagine precedenti, si conclude quindi che l'intervento è fattibile nel pieno rispetto delle Norme vigenti.