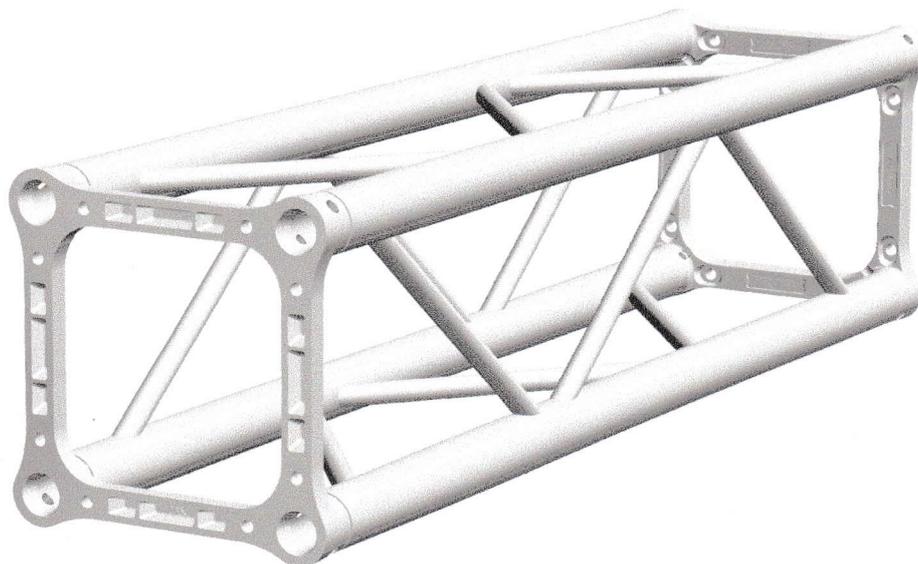


## RELAZIONE DI CALCOLO

### TRALICCIO QUADRO 29



1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	pagina 2
2	MATERIALI UTILIZZATI	pagina 2
3	CARICHI	pagina 3
4	MODALITA' DI CALCOLO	pagina 3
5	CALCOLI	pagine 3-12
6	PRESCRIZIONI	pagine 13-14

## **1- DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

La struttura in oggetto è una trave reticolare modulare realizzata con tubolari in lega di alluminio estruso. I moduli hanno le dimensioni mostrate nella tavola allegata. I correnti in ogni modulo sono realizzati con tubolari 50 x 2.0 mm mentre i diagonali sono tubolari 20 x 2.0 mm saldati ai correnti come in figura. La continuità fra i moduli è garantita da opportune boccole. Le distanze fra gli interassi dei correnti sono pari a 23.9 cm .

## **2-MATERIALI UTILIZZATI.**

Il materiale utilizzato per i tubolari è una lega di alluminio AlMgSi1 con denominazione EN AW 6082 T6 HB 90 secondo le norme UNI 9006 avente una resistenza allo snervamento pari a  $\sigma = 2650$  Kg/cm<sup>2</sup>, ed un modulo  $E = 700000$  kg/cm<sup>2</sup>. Si considera un coefficiente di sicurezza pari a  $\nu = 1.7$  e si ottiene come a  $\sigma_{adm} = 1550$  kg/cm<sup>2</sup> . In prossimità delle saldature il materiale termicamente alterato subisce un decadimento delle caratteristiche meccaniche per cui la resistenza residua di tali tratti è pari a  $\sigma = 1100$  kg/cm<sup>2</sup> ed applicando un coefficiente di sicurezza 1.5 si ottiene  $\sigma_{adm} = 733$  kg/cm<sup>2</sup>. Le saldature sono realizzate con materiale di apporto S-Al Mg5 avente una resistenza pari a 1200 kg/cm<sup>2</sup>. Considerando che il processo di saldatura realizzato è di prima classe, la resistenza della saldatura è pari a 650 kg/cm<sup>2</sup> per le condizioni di carico I e per una saldatura del tipo testa a testa e 480 kg/cm<sup>2</sup> per le saldature a cordone d'angolo.

Per la spina di collegamento si utilizza un acciaio C45 avente le seguenti caratteristiche tecniche: Tensione di snervamento pari a 7000 kg/cm<sup>2</sup> e tensione ammissibile pari a 4900 kg/cm<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda il maschio della boccola d'accoppiamento il materiale utilizzato è AlMgSi1 con denominazione EN AW 6082 T6 HB 90 con le medesime caratteristiche meccaniche relative al tubolare.

La flangia è realizzata con lega d'alluminio AlSi7Mg0.6 EN AC 42200 T5 avente le seguenti caratteristiche di resistenza: resistenza ammissibile pari a 660 kg/cm<sup>2</sup> e resistenza a rifollamento pari a  $2 \times 660 = 1320$  kg/cm<sup>2</sup>.

### 3- CARICHI

Il calcolo è stato eseguito considerando differenti tipologie di carico. Carico concentrato P applicato in un punto od in più punti ed un carico uniformemente distribuito sull'intera luce della trave . Il carico è stato considerato statico, applicato in corrispondenza dei nodi del corrente inferiore e perfettamente centrato sull'asse della trave.

### 4- MODALITA' DI CALCOLO

Per il calcolo della struttura in esame è stato utilizzato il metodo delle tensioni ammissibili.

Lo schema di calcolo delle azioni M T N dovute ai carichi è quello di una trave in semplice appoggio o di una trave incastrata ad un estremo. Infine viene considerato il carico di punta limite con la formula di Eulero per l'utilizzo dell'elemento come puntone semplicemente soggetto a compressione assiale.

Le verifiche di resistenza sono state eseguite solo sulle sezioni maggiormente sollecitate: la mezzeria per gli sforzi flessionali, ed i diagonali in prossimità degli appoggi per gli sforzi di taglio. Essendo la trave costituita tubolari molto snelli , gli elementi sono stati verificati anche alla instabilità utilizzando la nota relazione di Eulero  $N_{cr} = \pi^2 EJ / L_0^2$ , dove  $L_0 = \alpha L$  ( $\alpha = 0.8$ ).

Nel caso del diagonale  $L = 35.35$  cm . Nei confronti della instabilità si è utilizzato un coefficiente di sicurezza pari a  $v = 3.0$ .

### 5- CALCOLI

Caratteristiche geometriche della sezione:

#### Dati relativi al corrente:

Dimensioni 50 x 2 mm

Area = 3.01 cm<sup>2</sup> (N1)

J=8.7 cm<sup>4</sup>

W=3.48 cm<sup>3</sup>

#### Dati relativi al diagonale:

Dimensioni 20 x 2.0

Area = 1.13 cm<sup>2</sup> (N2)

$$J = 0.46 \text{ cm}^4$$

$$W = 0.46 \text{ cm}^3$$

$$\text{Lunghezza} = 35.35 \text{ cm}$$

Caratteristiche della sezione nel suo complesso:

$$\text{Area} = 12.04 \text{ cm}^2$$

$$J = 1767 \text{ cm}^4$$

$$W = 122 \text{ cm}^3$$

## **ACCOPIAMENTO CON FLAGIA E GIUNTO CON SPINA CONICA.**

### **Caratteristiche geometriche della spina conica:**

La spina di collegamento in acciaio resiste grazie alla resistenza a taglio offerta dalle due superfici trasversali resistenti aventi diametro diverso:

$$\phi_1=12 \text{ mm}, \phi_2=8 \text{ mm}, \phi_m=10 \text{ mm}$$

Considerando il diametro medio di 10 mm la superficie resistente è pari a:

$$A=2 \times 0,78 = 1,56 \text{ cmq} \quad (\text{N3})$$

### **Caratteristiche geometriche del maschio della boccola:**

Diametro esterno in corrispondenza del foro = 2,9 cm

$$\text{Area lorda} = \pi \phi^2 / 4 = 6,6 \text{ cmq}$$

$$\text{Area del foro} = 2,9 \times 1,05 = 3.045 \text{ cmq}$$

$$\text{Area netta} = 3,555 \text{ cmq} \quad (\text{N4})$$

$$\text{Area di contatto spina foro} = 3,045 \text{ cmq}$$

### **Caratteristiche geometriche della flangia:**

Diametro esterno = 5,0 cm

Diametro interno = 2,9 cm

$$\text{Area lorda} = 13,09 \text{ cmq}$$

$$\text{Area del foro} = (5,0 - 2,9) \times 1,05 = 2,2 \text{ cmq}$$

$$\text{Area netta} = 10,88 \text{ cmq} \quad (\text{N5})$$

$$\text{Area di contatto spina foro} = 2,2 \text{ cmq} \quad (\text{N6})$$

In base a queste caratteristiche ed alle relative tensioni ammissibili è possibile ricavare gli sforzi normali massimi relativi ai singoli elementi costituenti il traliccio completo.

N1=3,01x 733=2206 kg	(trazione tubo corrente)
N2=1,13x733=828 kg	(trazione tubo diagonale)
N3=1,56x4900/1,73=4413 kg	(resistenza spina acciaio)
N4=3,555x1550=5502 kg	(resistenza maschio accoppiamento)
N5=10,88x660=7180 kg	(resistenza flangia)
N6=2,2x1320=2904 kg	(resistenza flangia a rifollamento)

In base ai calcoli summenzionati il momento massimo limite ammissibile è pari a :

$$\mathbf{M_{max}=2206 \times 24,5 \times 2 = 108094 \text{ kgcm}}$$

Lo sforzo massimo di trazione sopportabile dal traliccio è pari :

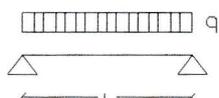
$$\mathbf{N=4 \times 2206 = 8824 \text{ kg}}$$

Lo sforzo massimo di taglio è pari a :

$$\mathbf{T_{max}=2 \times N2 \times \sin 45 = 1171 \text{ kg}}$$

In base ai valori massimi delle sollecitazioni ammissibili nella trave reticolare, sono calcolate , con le formule fornite dalla scienza delle costruzioni e qui di seguito riassunte brevemente, i carichi ammessi sulla trave nelle diverse configurazioni di carico.

CARICO UNIFORMEMENTE  
DISTRIBUITO

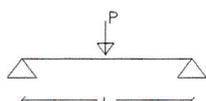


$$M = qL^2/8$$

$$f = 5/384 qL^4/EJ$$

M=Momento flettente  
f=freccia massima  
I=Momento d'inerzia  
L=Luce della trave

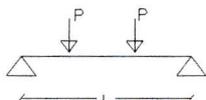
CARICO CONCENTRATO



$$M = PL/4$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

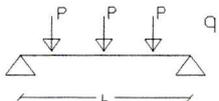
CARICO CONCENTRATO  
IN DUE PUNTI



$$M = PL/3$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

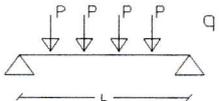
CARICO CONCENTRATO  
IN TRE PUNTI



$$M = PL/2$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

CARICO CONCENTRATO  
IN QUATTRO PUNTI



$$M = 0,6PL$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

Partendo dal momento massimo e detraendo il contributo dovuto al peso proprio è possibile ricavare a seconda dei casi il carico distribuito massimo, od il carico concentrato P in ogni singolo punto.

E' possibile inoltre calcolare la freccia teorica con la nota formula:

$$f = 5/384 q l^4 / EJ \quad \text{per trave semplicemente appoggiata e caricata uniformemente.}$$

luce	CPL	UDL	DPL	TPL	QPL	Def.
m	kg	kg/m	kg	kg	kg	cm
3	1259	753	944	629	522	0,9
4	939	469	704	469	389	1,5
5	746	298	559	373	309	2,4
6	616	205	462	308	256	3,5
7	522	149	392	261	217	4,7
8	451	113	338	226	187	6,2
9	396	88	296	197	164	7,8
10	350	70	262	175	145	9,7
11	313	57	234	156	129	11,7
12	281	47	210	140	116	13,9
13	253	39	190	126	105	16,4
14	229	33	172	115	95	19,0
15	208	28	156	104	86	21,8
16	189	23	142	95	78	24,8

## CARICO DI PUNTA

Per la valutazione del carico di punta che determina lo svergolamento (instabilità) del traliccio viene utilizzata la nota formula di Eulero con coefficiente di sicurezza pari a  $\nu=3$ .

Sono state considerate due configurazioni A,B. Nella configurazione A l'elemento viene considerato incernierato alle due estremità, nella configurazione B l'elemento viene considerato incastrato ad una estremità e libero all'altra. Disponendo in una tabella i dati riassuntivi utilizzando la nota formula di Eulero:  $N_{cr}=\pi^2 EJ/l_0^2$

Dove:

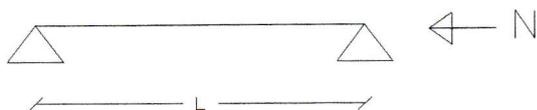
$N_{cr}$  = è il carico critico

$E=700000$  kg/cmq (Modulo di elasticità dell'alluminio)

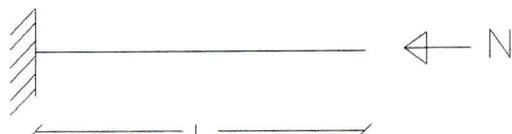
$J$ = momento d'inerzia del traliccio

$L_0$ =Lunghezza libera d'inflessione pari a  $L$  nel caso A ed a  $2L$  nel caso

CONFIGURAZIONE A



CONFIGURAZIONE B

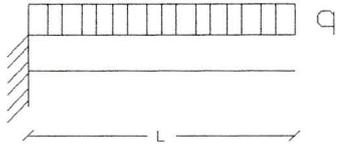


Caso A		Caso B	
Luce m	Ncr kg	Luce m	Ncr kg
1	<b>406.900</b>	1	<b>101.725</b>
2	<b>101.725</b>	2	<b>25.431</b>
3	<b>45.211</b>	3	<b>11.303</b>
4	<b>25.431</b>	4	6.358
5	<b>16.276</b>	5	4.069
6	<b>11.303</b>	6	2.826
7	8.304	7	2.076
8	6.358	8	1.589
9	5.023	9	1.256
10	4.069	10	1.017

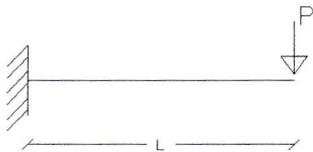
In rosso sono evidenziati i carichi che superano la resistenza a trazione del traliccio stesso.

## CARICO DEL TRALICCIO UTILIZZATO COME MENSOLA

CARICO UNIFORMEMENTE  
DISTRIBUITO



CARICO CONCENTRATO



Luce	CPL	UDL
m	kg	kg/m
1	948	1106
2	469	469
3	308	205
4	225	113
5	175	70
6	140	47

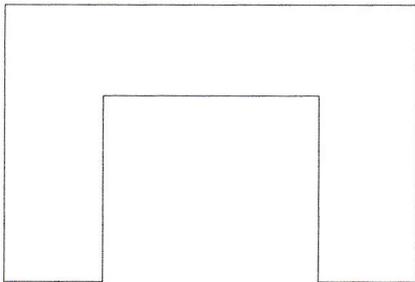
## ACCOPIAMENTO CON SOLI BULLONI.

In questo caso

$N1=3,01 \times 733=2206$  kg (trazione tubo corrente)

$N2=1,13 \times 733=828$  kg (trazione tubo diagonale)

Considerando la rottura della sezione resistente a forma di U relativa alla flangia:



Per la quale  $W=0,84$  cm<sup>3</sup>

Considerando la formula  $M=P \times 2,0/2$  e  $\sigma=M/W$  si ottiene

$P=\sigma \times W=660 \times 0,84=554$  kg

Essendo presenti due bulloni:

$N7=2 \times 554=1108$  kg

Con la connessione con soli bulloni ottengo:

In base ai calcoli summenzionati il momento massimo limite ammissibile è pari a :

**$M_{max}=47800$  kgcm**

Lo sforzo massimo di trazione sopportabile dal traliccio è pari :

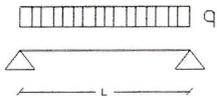
**$N=4 \times 1108 =4432$  kg**

Lo sforzo massimo di taglio è pari a :

**$T_{max}=2 \times N2 * \sin 45=1171$  kg**

In base ai valori massimi delle sollecitazioni ammissibili nella trave reticolare, sono calcolate , con le formule fornite dalla scienza delle costruzioni e qui di seguito riassunte brevemente, i carichi ammessi sulla trave nelle diverse configurazioni di carico.

CARICO UNIFORMEMENTE  
DISTRIBUITO

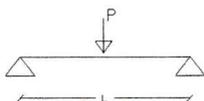


$$M = qL^2/8$$

$$f = 5/384 qL^4/EJ$$

M=Momento flettente  
f=freccia massima  
I= Momento d'inerzia  
L=Luce della trave

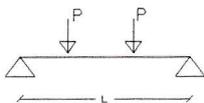
CARICO CONCENTRATO



$$M = PL/4$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

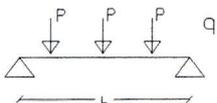
CARICO CONCENTRATO  
IN DUE PUNTI



$$M = PL/3$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

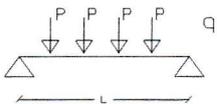
CARICO CONCENTRATO  
IN TRE PUNTI



$$M = PL/2$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

CARICO CONCENTRATO  
IN QUATTRO PUNTI



$$M = 0,6PL$$

M=Momento flettente  
L=Luce della trave

Partendo dal momento massimo e detraendo il contributo dovuto al peso proprio è possibile ricavare a seconda dei casi il carico distribuito massimo, od il carico concentrato P in ogni singolo punto.

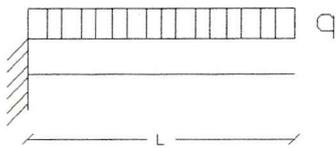
E' possibile inoltre calcolare la freccia teorica con la nota formula:

$$f = 5/384 q l^4 / EJ \quad \text{per trave semplicemente appoggiata e caricata uniformemente.}$$

luce	CPL	UDL	DPL	TPL	QPL	Def.
m	kg	kg/m	kg	kg	kg	cm
3	628	418	471	314	260	0.4
4	466	233	349	233	193	0.8
5	367	147	275	183	152	1.2
6	300	100	225	150	125	1.7
7	252	72	189	126	105	2.3
8	215	53	161	107	89	3.0
9	185	41	139	92	77	3.9
10	161	32	121	80	66	4.8
11	140	25	105	70	58	5.8
12	123	21	92	61	51	6.9
13	108	16	81	54	44	8.0
14	94	13	71	47	39	9.3
15	82	11	62	42	34	10.7
16	71	9	53	36	29	12.2

## CARICO DEL TRALICCIO UTILIZZATO COME MENSOLA

CARICO UNIFORMEMENTE  
DISTRIBUITO



CARICO CONCENTRATO



Luce	CPL	UDL
m	kg	kg/m
1	475	950
2	233	233
3	150	100
4	107	53
5	80	32
6	61	20

## **6- PRESCRIZIONI**

I calcoli sono stati eseguiti considerando carichi teorici aventi le seguenti caratteristiche:

il carico è considerato statico;

Per gli elementi utilizzati come trave:

il carico è applicato ai nodi del corrente inferiore simmetricamente rispetto all'asse della trave;

il carico è perpendicolare e centrato rispetto ad un lato della sezione "quadrata" della trave;

non è previsto carico accidentale di alcun genere (vento neve sisma od altri);

Per gli elementi utilizzati come puntone:

il carico è applicato uniformemente ai quattro correnti dell'elemento e la risultante è una forza coassiale con l'elemento stesso (eccentricità nulla).

Nei calcoli è stata considerata una trave perfettamente integra con tolleranza dimensionali nella sezione di 1 mm e nello spessore dei profilati del 5%.

Nel caso i cui l'elemento fosse utilizzato come componente strutturale :

- Assicurarsi di ottemperare alle norme di sicurezza previste in normativa per il montaggio e lo smontaggio delle strutture. ( A titolo indicativo si ricorda che le norme più significative sono D.P.R. 164/56 , D.P.R. 547/55, Legge 494/96 , Legge 626/94)
- Assicurarsi di utilizzare i normali mezzi di protezione: casco di protezione, scarpe antinfortunistica, cinture di sicurezza anticaduta.
- Trattandosi di struttura metallica assicurarsi di ottemperare alle normative vigenti nazionali e locali. (A titolo indicativo si ricorda la Legge 1086/71)
- Prima di montare la struttura assicurarsi essere in possesso di tutte le autorizzazioni degli enti preposti al controllo o previsti dalla normativa.
- Prima di procedere al montaggio della struttura effettuare un controllo minuzioso di ogni particolare e non procedere al montaggio se un qualunque pezzo della struttura presenta deformazioni, fessurazioni o segni che mostrino un decadimento delle caratteristiche di resistenza. In tale circostanza sostituire i particolari danneggiati prima di utilizzare nuovamente la torre.

- La struttura è soggetta alla redazione di un certificato di corretto montaggio e collaudo statico da effettuarsi a cura di un tecnico abilitato prima dell'utilizzo della stessa. Tale tecnico deve valutare di volta in volta le azioni reali agenti sulla struttura in base al sito di utilizzo ed applicare gli ancoraggi e le zavorre che si rendessero necessarie. Le tabelle allegate e gli schemi di utilizzo sono comunque da verificare e confermare da parte di un tecnico abilitato prima di ogni utilizzo della struttura.
- Come ogni struttura temporanea soggetta a smontaggio e rimontaggio l'integrità strutturale deve essere sottoposta a continuo controllo e la vita utile, in assenza di manutenzione straordinaria è fissata in T=3 anni. (NormativaUNI).
- Ogni struttura temporanea deve essere collaudata con cadenza annuale e ne deve essere certificata l'integrità da un tecnico abilitato.

Il tecnico incaricato



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Enrico Genghini", written over the right side of the professional stamp.