

**Ing. Umberto SERIO**

*via Domodossola 78 - 84091 Battipaglia (SA) -*

---

# **RELAZIONE DI CALCOLO CAVALLETTO TRIPLO**

**Committente:**  
*I.S.C. S.p.A.  
Battipaglia (SA)*

**Il Tecnico**  
Umberto SERIO  
*ingegnere*

## 1. PREMESSA

Il sottoscritto Umberto Ing. SERIO, nato a Battipaglia (SA) il 05/04/1963, con Studio Tecnico alla Via Domodossola, 78 di Battipaglia (SA), C.F. SRE MRT 63D04 A717U, iscritto all'Albo Professionale degli Ingegneri della Provincia di Salerno al N. 3115, è stato incaricato dalla I.S.C. S.p.A. di Battipaglia (Sa) di redigere la relazione di calcolo di un cavalletto triplo regolabile in lunghezza (da 2000÷3730) ed altezza 90÷150. per l'impiego in campo edilizio.

## 2. NORMATIVA DI CALCOLO

Le norme tecniche utilizzate sono:

- D.M. 16.1.96 "Norme tecniche relative ai carichi e sovraccarichi sulle costruzioni" e relativa circolare ministeriale n.156 del 4.7.96 recante istruzioni per l'applicazione.
- CNR 10011/88 "Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

## 3. METODI DI CALCOLO

I metodi di calcolo adottati sono i seguenti :

- Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.)
- Le verifiche, svolte secondo il metodo delle tensioni ammissibili, sono ottenute involupando tutte le condizioni di carico e di utilizzo.

Si adottano le seguenti unita' di misura:

- [lunghezze] = m
- [forza] = kgf / daN
- [tempo] = sec
- [temperat.] = °C

## 4. CALCOLO CAVALLETTO

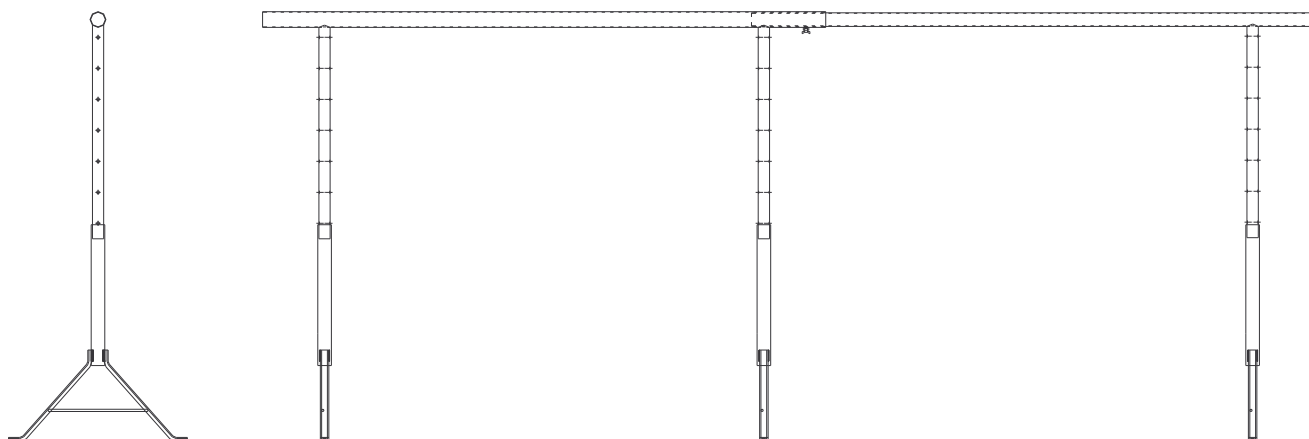
### 4.1. DESCRIZIONE

Il cavalletto è realizzato per sorreggere carichi indotti da una tavola poggiante sulla sua struttura sulla parte più estrema.

La sua struttura portante è realizzata con tre tubi verticali di diametro 48 e spessore di 1,8 mm. collegati su tre appoggi a terra a V capovolta realizzati con profilo di tipo U 30x15x5.5 collegati tra loro con un tondo da 8 mm di diametro.

I tubi verticali, innestabili nei primi, sono di diametro 40 e spessore 1,8 mm., essi sono dotati di fori passanti ogni 110 mm. per regolarne l'altezza di utilizzo. I due tubi inferiori orizzontali superiori (di appoggio), sono rispettivamente di diametro 56 e spessore 1,8 mm, quello fisso, e di diametro 48 con spessore 1,8 quello instabile.

Il cavalletto è regolabile in altezza da 850 a 1500 mm, mentre la sua lunghezza è regolabile da un minimo di 2000 ad un massimo di 3700 mm.



### 4.3 MATERIALI

Il puntello è realizzata in acciaio partendo da profilati e laminati realizzati a caldo.

Questi elementi sono stati lavorati nell'officina meccanica mediante taglio e collegamento con saldatura.

Il materiale base della struttura appartiene al tipo Fe360B UNI7070.

Il materiale di apporto per la saldatura è di caratteristiche compatibili con quelle del materiale base in funzione del tipo di saldature.

Le saldature saranno di classe 2 e rispetteranno le norme UNI EN287, UNI EN288 e UNI EN25817.

La tensione ammissibile per il materiale usato è:

$$\sigma_{amm} = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{amm} = 0.576 * \sigma_{amm} = 0.576 * 160 = 92.16 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{amm} = 92.16 \text{ N/mm}^2$$

## 4.2 PROFILI UTILIZZATI

I profili utilizzati per la realizzazione del cavalletto sono:

- **Tubo  $\phi 48 \times 1.8$**  per la parte principale inferiore del cavalletto
- **Tubo  $\phi 40 \times 1.8$**  per la parte principale superiore del cavalletto
- **U 30x15x5.5** per la struttura di base
- **Tondo  $\phi 8$**  per il collegamento tra la struttura di base
- **Tubo  $\phi 48 \times 1.8$**  per la traversa di appoggio innestabile
- **Tubo  $\phi 56 \times 1.8$**  per la traversa di appoggio fissa

## 4.3 AZIONI DI CALCOLO

Le azioni di calcolo sono esclusivamente verticali:

- Pesi propri
- Carichi permanenti

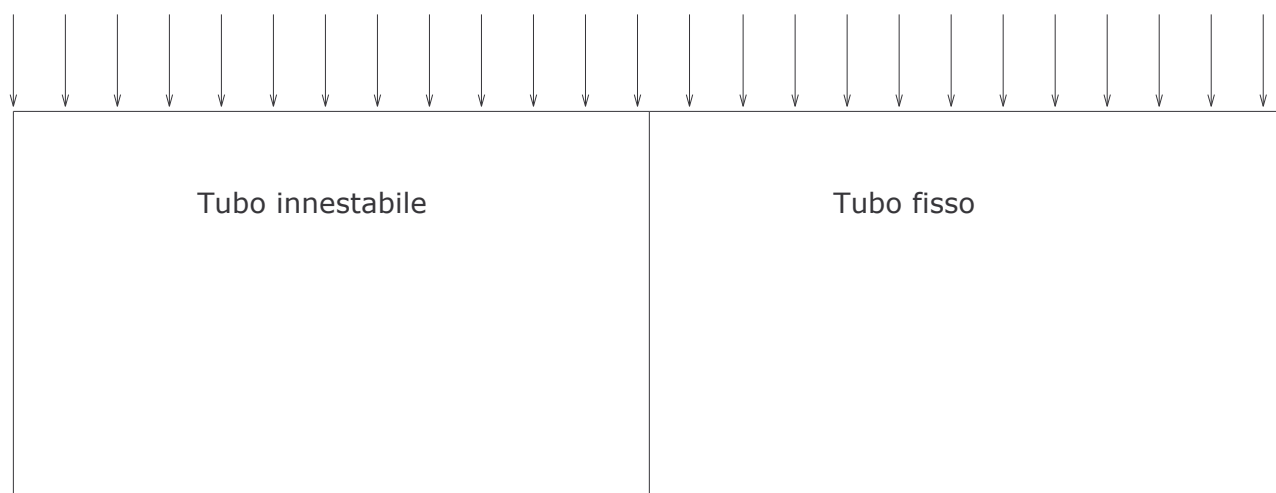
I pesi propri si sono valutati in base ai calcoli ponderali degli elementi strutturali e portanti del cavalletto.

I carichi permanenti sono tutti i carichi di esercizio.

Il carico di esercizio è stato fissato in 120 Kg/ml che tradotto in peso sulla traversa innestabile sono 208 kg e sulla traversa fissa sono 187 kg (allo sviluppo di 150 cm. di altezza).

#### 4.4 CALCOLO

Il cavalletto risulta sottoposto ad una forza verticale uniformemente distribuita sul profilo a T superiore per tutta la sua lunghezza utile (750 mm). La rimanente parte del cavalletto sarà sollecitata dalle caratteristiche di sforzo normale, taglio e momento indotte dalla traversa superiore. Lo schema di calcolo è assimilabile ad un telaio caricato sulla traversa superiore come in figura. Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (F.E.M.).



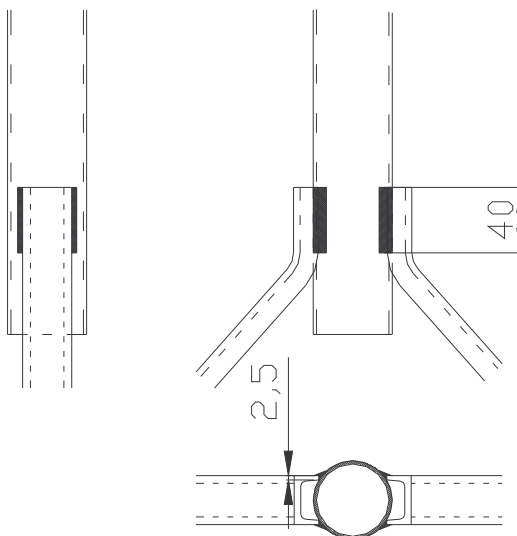
Per il calcolo della struttura vedasi l'allegato calcolo.

Dalle verifiche allegare al calcolo si evince che tutte le aste metalliche componenti il cavalletto sono verificate, anche se tra tutte la più sollecitata risulta essere la traversa di appoggio superiore.

#### 4.5 VERIFICA SALDATURA TRA TUBO INFERIORE E APPOGGIO AL SUOLO

Le verifiche sono state fatte tutte per le condizioni peggiori di utilizzo, quindi per uno sviluppo massimo del cavalletto fino a 150 cm.

Dalla relazione di calcolo si evince che il tubo nella zona della saldatura è soggetto ad uno sforzo normale pari a 2344 N il quale deve essere assorbito dalle 4 saldature (due per ogni profilo ad U).



deve risultare:

$$\sigma_{//,sal} \leq 0,85 \times f_d = \sigma_{amm,sal} = 0,85 \times 23,5 = 19,97 \text{ N/mm}^2$$

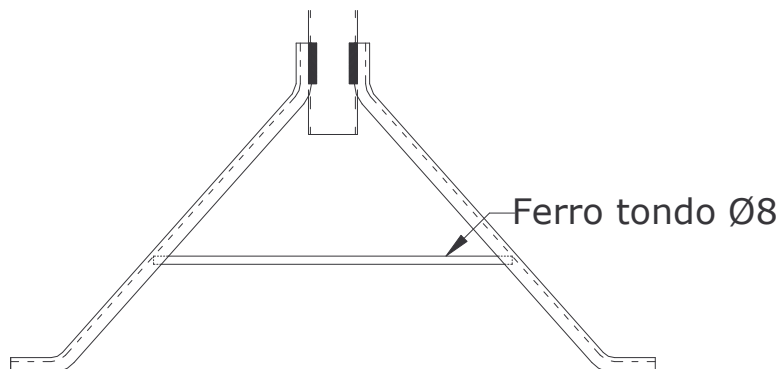
dove  $f_d$  è un fattore che dipende dal materiale (Fe360B).

$$\sigma_{//,sal} = \frac{2344}{4 \times 5 \times 40} = 2,93 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

essendo  $\sigma_{//,sal} \leq \sigma_{amm,sal}$ , la saldatura è verificata

#### 4.6 VERIFICA TONDO TIRANTE Ø8 SU APPOGGIO AL SUOLO

Il tondo di giunzione tra i due piedi di appoggio funziona da tirante e come si evince dalla relazione di calcolo il suo sforzo normale è pari a 177 N.



deve risultare:

$$\sigma_{//,sal} \leq 19,97 \text{ N/mm}^2$$

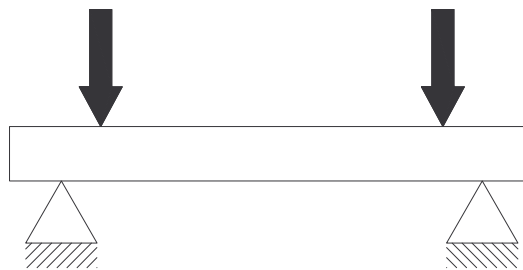
$$\sigma_{//,sal} = \frac{177}{4 \times \pi \times 8} = 1,76 \frac{N}{mm^2}$$

essendo  $\sigma_{//,sal} \leq \sigma_{amm,sal}$ , la saldatura è verificata

#### 4.7 VERIFICA PERNO $\phi 8$

Il perno di blocco del tratto superiore è realizzato con materiale Fe360B di diametro 8 mm.

Lo schema di verifica è il seguente:



Il perno è sollecitato da azione tagliante dovuto al suo appoggio sul tubo inferiore e alla forza applicata ad esso dal tubo superiore, l'azione tagliante è 2344 N,

$$\tau_{max} = \frac{2344}{2 \times 50,24} = 23,24 \text{ N/mm}^2$$

Essendo  $\tau_{amm}$  pari a 92.16 N/mm<sup>2</sup> risulta verificato che:

$$\tau_{amm} > \tau_{max}$$

#### 4.8 CONCLUSIONI

Il carico attribuito al cavalletto è di 2040 N (208Kg), introducendo un coefficiente di sicurezza per il cavalletto pari a 1.5, che vada a considerare che i carichi non sono sempre distribuiti e che l'installazione non è sempre idonea, allora il carico di esercizio può essere considerato pari a

$$N_{es} = 2040/1,5 = 1360 \text{ N (138 kg.)}$$

Sempre con lo stesso calcolo si stabiliscono e si verificano quali sono i carichi massimi per le varie estensioni, tutti riepilogati in tabella:

Larghezza in mm.	Carico max in kg. su tratto esensibile	Carico max in kg. su tratto fisso
3700	138	125
3200	165	125
2700	200	125

## 5.0 ALLEGATI

- Calcolo cavalletto
- Grafici del cavalletto

**Il Tecnico**  
*Umberto SERIO*  
*Ingegnere*



## CALCOLO

### ARCHIVIO SEZIONI IN ACCIAIO

PROFILATI AD U									
Sez. N.ro	Descrizione	h mm	b mm	s mm	t mm	r mm	r1 mm	i %	Mat. N.ro
1	U30*15	30	15	4	5	5	2	8,00	3

TUBI A SEZIONE TONDA				
Sez. N.ro	Descrizione	d mm	s mm	Mat. N.ro
940	Tondod8	8	4	1
944	TUB 40X1.8	40	2	1

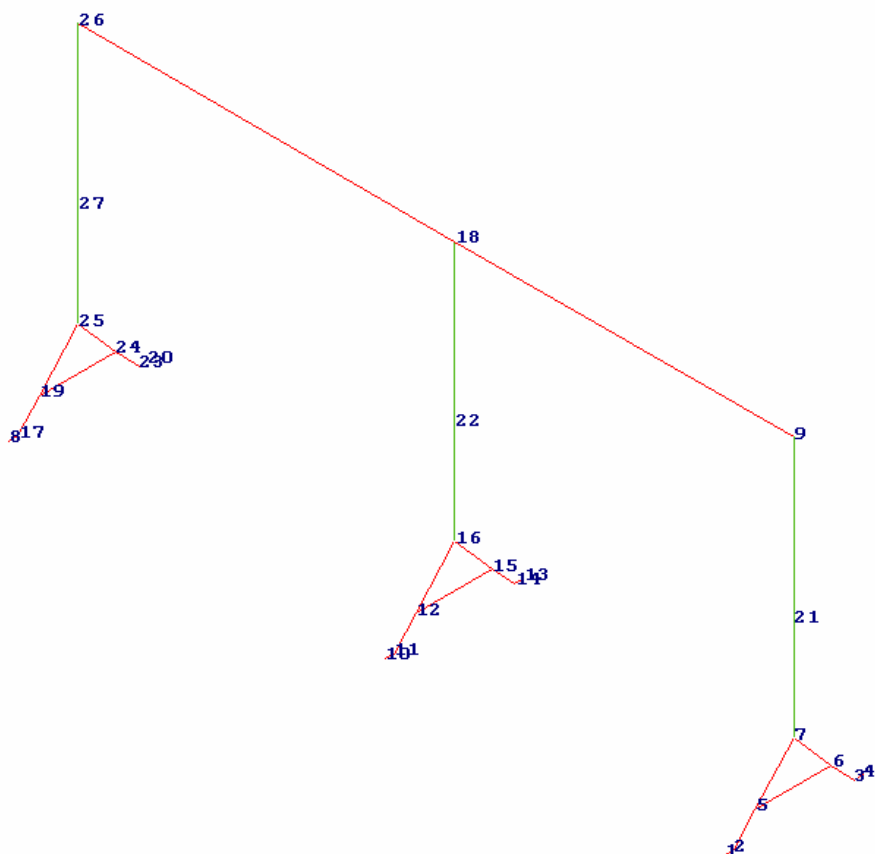
TUBI A SEZIONE TONDA				
Sez. N.ro	Descrizione	d mm	s mm	Mat. N.ro
943	TUB. 48x1.8	48	2	1
945	TUB56X1.8	56	2	1

CARATTERISTICHE STATICHE DEI PROFILI														
Sez. N.ro	U m2/m	P kg/m	A cmq	Ax cmq	Ay cmq	Jx cm4	Jy cm4	Jt cm4	Wx cm3	Wy cm3	Wt cm3	ix cm	iy cm	sver l/cm
1	0,10	1,7	2,21	0,40	0,92	2,5	0,4	0,1	1,68	0,39	0,26	1,06	0,41	5,12
940	0,01	0,4	0,50	0,37	0,37	0,0	0,0	0,0	0,05	0,05	0,10	0,20	0,20	0,00
943	0,14	2,0	2,61	1,30	1,30	7,0	7,0	14,0	2,90	2,90	5,81	1,63	1,63	0,00
944	0,12	1,7	2,16	1,08	1,08	3,9	3,9	7,9	1,97	1,97	3,94	1,35	1,35	0,00
945	0,17	2,4	3,06	1,53	1,53	11,3	11,3	22,5	4,02	4,02	8,04	1,91	1,91	0,00

CARATTERISTICHE MATERIALE											
Mat. N.ro	E kg/cmq	G kg/cmq	$\sigma$ amm. kg/cmq	lambda max	fe	$\Omega$	caric estra	ecc. cm	coeff. ni	ver.	Gamma kg/cm
1	2100000	850000	1600	200,0	1	1	1,00	200	1,500	1	7850

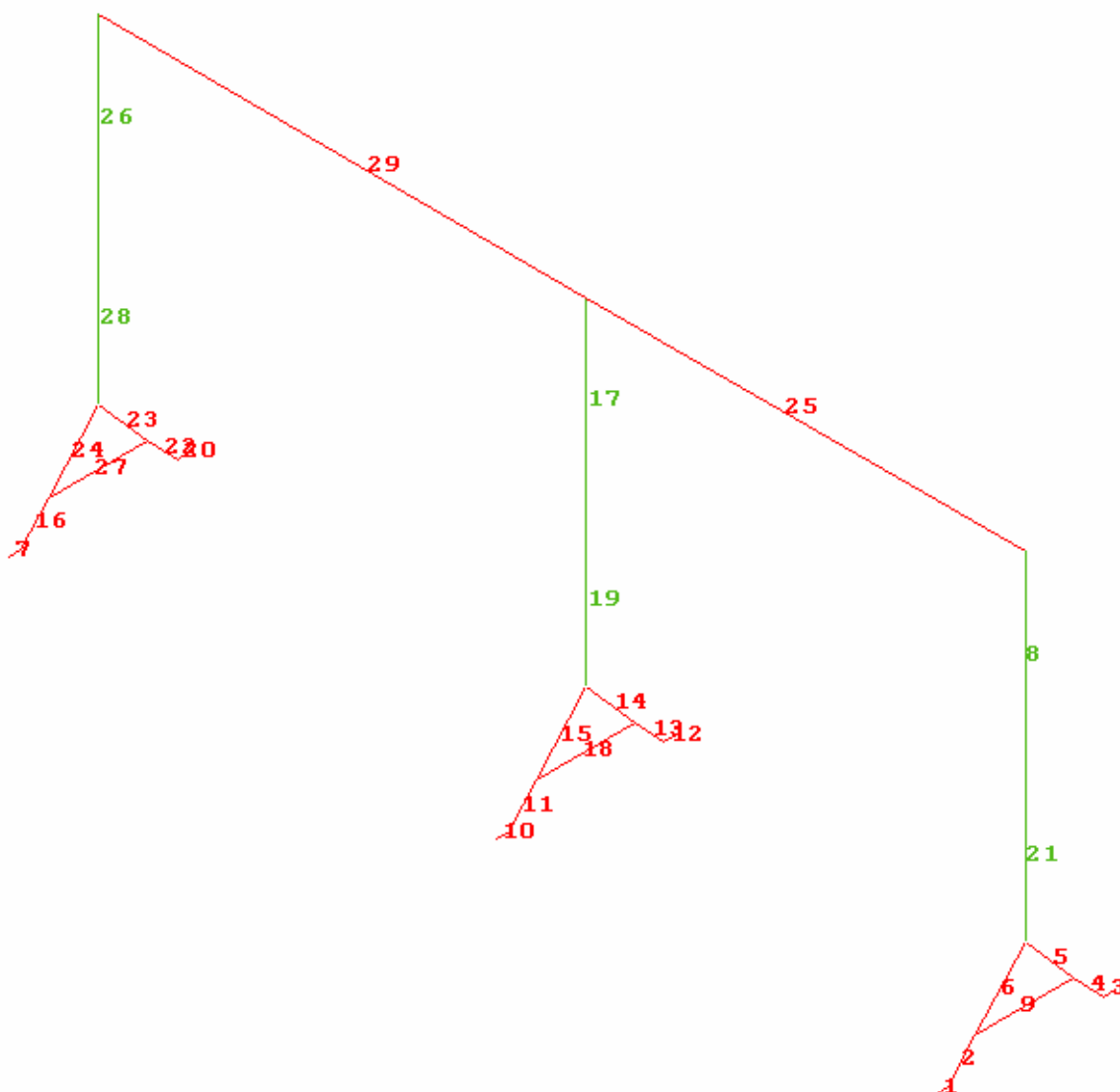
COORDINATE DEI NODI

IDENT.	POSIZIONE NODO			ATTRIBUTI		
	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Filo N.ro	Piano Sism.
1	0,00	0,00	0,00	1	0	0,00
2	0,04	0,00	0,00	2	0	0,00
3	0,60	0,00	0,00	3	0	0,00
4	0,63	0,00	0,00	4	0	0,00
5	0,14	0,00	0,11	5	0	0,00
6	0,49	0,00	0,11	6	0	0,00
7	0,32	0,00	0,31	7	0	0,00
8	0,00	3,29	0,00	15	0	0,00
9	0,32	0,00	1,50	7	0	0,10
10	0,00	1,56	0,00	8	0	0,00
11	0,04	1,56	0,00	9	0	0,00
12	0,14	1,56	0,11	10	0	0,00
13	0,63	1,56	0,00	11	0	0,00
14	0,60	1,56	0,00	12	0	0,00
15	0,49	1,56	0,11	13	0	0,00
16	0,32	1,56	0,31	14	0	0,00
17	0,04	3,29	0,00	16	0	0,00
18	0,32	1,56	1,50	14	0	0,20
19	0,14	3,29	0,11	17	0	0,00
20	0,63	3,29	0,00	18	0	0,00
21	0,32	0,00	0,77	7	0	0,00
22	0,32	1,56	0,77	14	0	0,00
23	0,60	3,29	0,00	19	0	0,00
24	0,49	3,29	0,11	20	0	0,00
25	0,32	3,29	0,31	21	0	0,00
26	0,32	3,29	1,50	21	0	0,11
27	0,32	3,29	0,77	21	0	0,00



**DATI ASTE SPAZIALI**

IDENTIFICAZIONE								GEOMETRIA				SCOST. INIZIALI			SCOST. FINALI		
Asta3d N.ro	Filo in.	Filo fin.	Q.iniz (m)	Q.fin. (m)	Nod3d iniz.	Nod3d fin.	Cr. Pr.	Sez. N.ro	Base x Alt. (cm)	Magr. (cm)	Rot. Grd	dx (cm)	dy (cm)	dz (cm)	dx (cm)	dy (cm)	dz (cm)
1	1	2	0,00	0,00	1	2	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
2	2	5	0,00	0,11	2	5	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
3	4	3	0,00	0,00	4	3	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
4	3	6	0,00	0,11	3	6	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
5	6	7	0,11	0,31	6	7	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
6	5	7	0,11	0,31	5	7	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
7	15	16	0,00	0,00	8	17	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
8	7	7	1,50	0,77	9	21	0	1944		0	0	0	0	0	0	0	0
9	5	6	0,11	0,11	5	6	0	1940		0	0	0	0	0	0	0	0
10	8	9	0,00	0,00	10	11	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
11	9	10	0,00	0,11	11	12	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
12	11	12	0,00	0,00	13	14	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
13	12	13	0,00	0,11	14	15	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
14	13	14	0,11	0,31	15	16	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
15	10	14	0,11	0,31	12	16	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
16	16	17	0,00	0,11	17	19	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
17	14	14	1,50	0,77	18	22	0	1944		0	0	0	0	0	0	0	0
18	10	13	0,11	0,11	12	15	0	1940		0	0	0	0	0	0	0	0
19	14	14	0,77	0,31	22	16	0	1943		0	0	0	0	0	0	0	0
20	18	19	0,00	0,00	20	23	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
21	7	7	0,77	0,31	21	7	0	1943		0	0	0	0	0	0	0	0
22	19	20	0,00	0,11	23	24	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
23	20	21	0,11	0,31	24	25	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
24	17	21	0,11	0,31	19	25	0	1001		0	270	0	0	0	0	0	0
25	14	7	1,50	1,50	18	9	0	1945		0	180	0	0	0	0	0	0
26	21	21	1,50	0,77	26	27	0	1944		0	0	0	0	0	0	0	0
27	17	20	0,11	0,11	19	24	0	1940		0	0	0	0	0	0	0	0
28	21	21	0,77	0,31	27	25	0	1943		0	0	0	0	0	0	0	0
29	14	21	1,50	1,50	18	26	0	1943		0	0	0	0	0	0	0	0



**VINCOLI NODALI ESTERNI**

IDENTIFIC.		RIGIDENZE TRASLANTI			RIGIDENZE ROTAZIONALI			SCOSTAMENTI					VERSO SPOSTAMENTI UNILATERI							
Nodo3d N.ro	Cod ice	Tx t/m	Ty t/m	Tz t/m	Rx t*m	Ry t*m	Rz t*m	Tr.X cm	Tr.Y cm	Tr.Z cm	Azim Grd	CoZe Grd	Ass. Grd	Tr.X	Tr.Y	Tr.Z	RotX	RotY	RotZ	
1	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
4	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
8	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
10	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
13	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							
20	I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0							

**CARICHI DISTRIBUITI ASTE**

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2										ALIQUOTA SISMICA: 100			
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE								
Asta3d N.ro	Riferi mento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml					
25	0	0,00	0,00	-0,12	0,00	0,00	-0,12	0,00					
29	0	0,00	0,00	-0,12	0,00	0,00	-0,12	0,00					

**COMBINAZIONI CARICHI**

DESCRIZIONI	
	1
PESO PROPRIO	1,00
SOVRACCARICO PERMAN.	1,00

**CARATT. PESO PROPRIO : ASTE**

Tra tto	Filo In.	Alt. (m)	Tx (t)	Ty (t)	N (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mt (t*m)	Filo Fin.	Alt. (m)	Tx (t)	Ty (t)	N (t)	Mx (t*m)	My (t*m)	Mt (t*m)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	10	0,11	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	13	0,11	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14	0,77	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,77	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	14	0,31	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

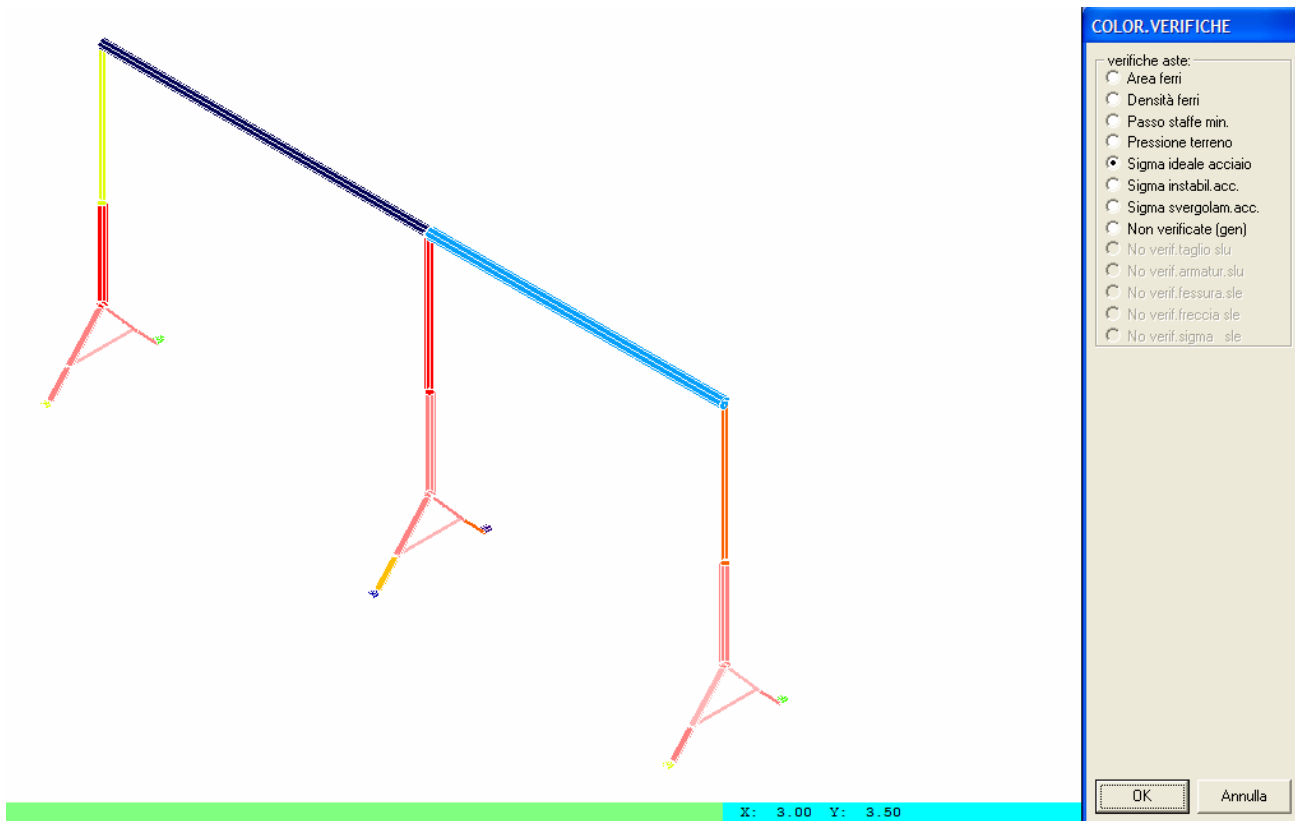
**CARATT. SOVRACCARICO PERMAN. : ASTE**

Tra	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt	Filo	Alt.	Tx	Ty	N	Mx	My	Mt
tto	In.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)	Fin.	(m)	(t)	(t)	(t)	(t*m)	(t*m)	(t*m)
1	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	2	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	5	0,11	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	3	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	6	0,11	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00
6	0,11	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	7	0,31	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	7	0,31	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	16	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,00	0,00
7	1,50	0,00	0,00	0,07	0,07	0,01	0,00	0,00	7	0,77	0,00	0,00	-0,07	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	6	0,11	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,12	0,00	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	9	0,00	-0,12	0,00	-0,12	0,00	0,00	0,00
9	0,00	-0,01	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	10	0,11	0,01	0,00	-0,17	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,12	0,00	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	12	0,00	-0,12	0,00	-0,12	0,00	0,00	0,00
12	0,00	-0,01	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	13	0,11	0,01	0,00	-0,17	0,00	0,00	0,00
13	0,11	0,00	0,00	0,16	0,16	0,00	0,00	0,00	14	0,31	0,00	0,00	-0,16	0,00	0,00	0,00
10	0,11	0,00	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	14	0,31	0,00	0,00	-0,15	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	17	0,11	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00
14	1,50	0,00	0,00	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00	14	0,77	0,00	0,00	-0,23	0,00	0,00	0,00
10	0,11	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	13	0,11	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,00
14	0,77	0,00	0,00	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00	14	0,31	0,00	0,00	-0,23	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	19	0,00	-0,04	0,00	-0,04	0,00	0,00	0,00
7	0,77	0,00	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	7	0,31	0,00	0,00	-0,07	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	20	0,11	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00
20	0,11	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	21	0,31	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00
17	0,11	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	21	0,31	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,00
14	1,50	0,00	-0,11	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	7	1,50	0,00	-0,07	0,00	-0,01	0,00	0,00
21	1,50	0,00	0,01	0,09	-0,01	0,00	0,00	0,00	21	0,77	0,00	-0,01	-0,09	0,00	0,00	0,00
17	0,11	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	20	0,11	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
21	0,77	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	21	0,31	0,00	-0,01	-0,09	0,00	0,00	0,00
14	1,50	0,00	0,12	0,01	-0,04	0,00	0,00	0,00	21	1,50	0,00	0,09	-0,01	0,01	0,00	0,00

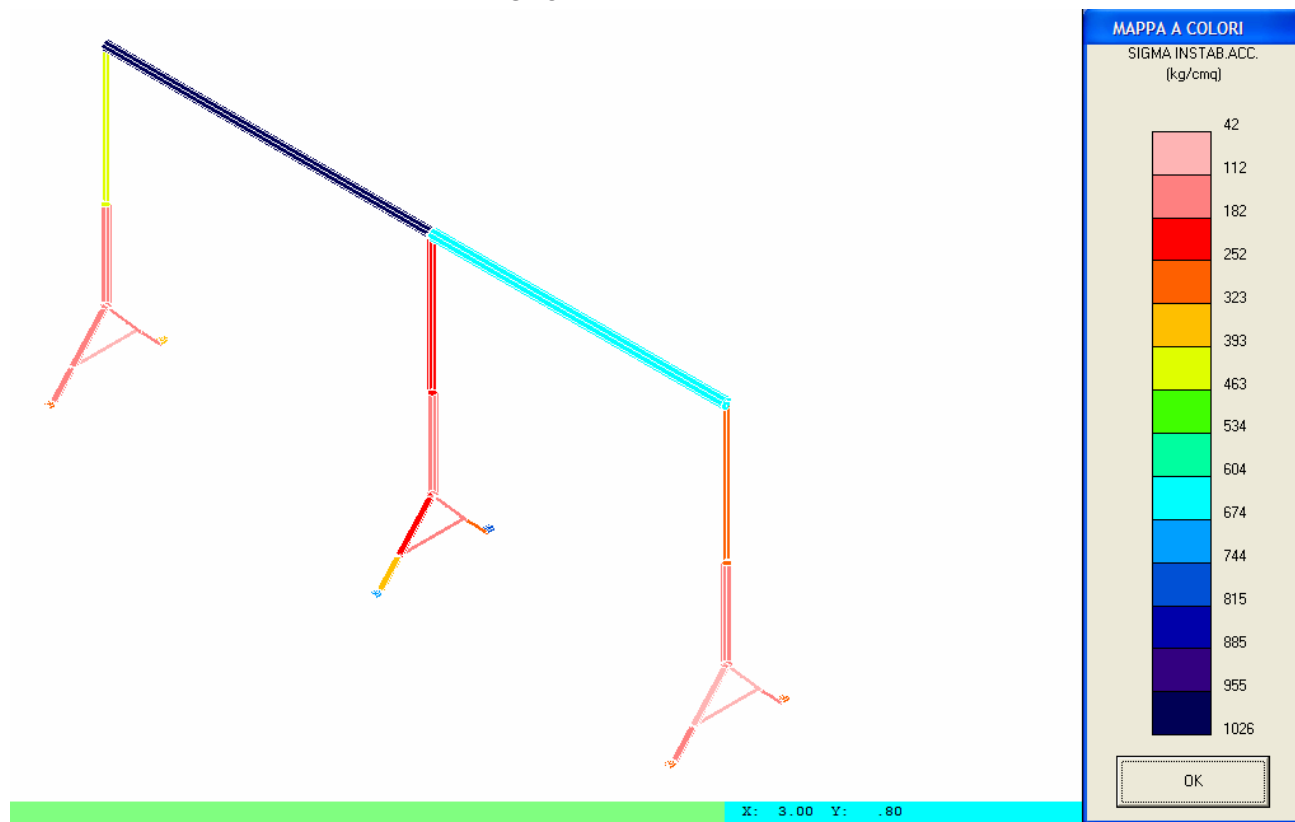
**VERIFICHE - ASTE METALLICHE**

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tratto	Cmb N.r	N (kg)	Mx (kg*m)	My (kg*m)	Tx (kg)	Ty (kg)	Mz (kg*m)	σn	σMx	σMy	τx (kg/cmq)	τy	τMt	σid	σamm.
Sez.N.1001	1	0,00	1	-41	0	1	40	-2	0	19	30	300	99	3	0	584	1600	
U30*15	qn=	-2	1	-41	0	0	40	-2	0	19	27	96	99	3	0	490	1600	
Asta:	1	2	0,00	1	-41	0	0	40	-2	0	19	24	108	99	3	0	492	1600
Instab.:l=	4,0	lmax=	2,8	-41	0	1	Ω= 1,00	lmd= 7	σin= 271	σsv= 38	Wmax/rel/lim=	0,00	0,00	0,02	cm			
Sez.N.1001	2	0,00	1	-57	1	0	-4	-2	0	26	36	108	9	3	0	170	1600	
U30*15	qn=	-1	1	-57	0	0	-4	-2	0	26	25	37	9	3	0	90	1600	
Asta:	2	5	0,11	1	-57	0	0	-4	-2	0	26	14	35	10	3	0	77	1600
Instab.:l=	14,9	lmax=	10,4	-57	0	0	Ω= 1,04	lmd= 25	σin= 135	σsv= 38	Wmax/rel/lim=	0,02	0,00	0,06	cm			
Sez.N.1001	4	0,00	1	-41	-1	1	40	3	0	19	31	341	101	3	0	612	1600	
U30*15	qn=	-2	1	-41	0	1	40	3	0	19	28	134	101	3	0	505	1600	
Asta:	3	3	0,00	1	-41	0	0	40	3	0	19	25	73	101	3	0	485	1600
Instab.:l=	4,0	lmax=	2,8	-41	0	1	Ω= 1,00	lmd= 7	σin= 303	σsv= 40	Wmax/rel/lim=	0,00	0,00	0,02	cm			
Sez.N.1001	3	0,00	1	-58	-1	0	-2	3	0	26	36	73	5	3	0	136	1600	
U30*15	qn=	-1	1	-57	0	0	-2	3	0	26	25	36	5	3	0	88	1600	
Asta:	4	6	0,11	1	-57	0	0	-2	3	0	26	13	2	5	3	0	44	1600
Instab.:l=	15,2	lmax=	10,6	-58	0	0	Ω= 1,04	lmd= 26	σin= 109	σsv= 38	Wmax/rel/lim=	0,02	0,00	0,06	cm			
Sez.N.1001	6	0,11	1	-53	0	0	0	3	0	24	13	2	1	3	0	40	1600	
U30*15	qn=	-1	1	-53	0	0	0	3	0	24	7	8	1	3	0	38	1600	
Asta:	5	7	0,31	1	-53	0	0	3	0	24	26	12	0	3	0	63	1600	
Instab.:l=	26,0	lmax=	18,2	-53	0	0	Ω= 1,16	lmd= 44	σin= 48	σsv= 15	Wmax/rel/lim=	0,06	0,00	0,10	cm			
Sez.N.1001	5	0,11	1	-53	0	0	1	-2	0	24	14	32	2	3	0	70	1600	
U30*15	qn=	-1	1	-52	0	0	1	-2	0	24	5	12	1	3	0	42	1600	
Asta:	6	7	0,31	1	-52	0	0	-2	0	24	25	2	1	3	0	51	1600	
Instab.:l=	26,4	lmax=	18,5	-53	0	0	Ω= 1,17	lmd= 45	σin= 62	σsv= 14	Wmax/rel/lim=	0,06	0,00	0,11	cm			
Sez.N.1001	15	0,00	1	-47	0	1	46	4	0	21	27	347	115	4	0	578	1600	
U30*15	qn=	-2	1	-47	0	0	46	4	0	21	23	111	115	4	0	449	1600	
Asta:	7	16	0,00	1	-47	0	0	46	4	0	21	18	124	115	4	0	452	1600
Instab.:l=	4,0	lmax=	2,8	-47	0	1	Ω= 1,00	lmd= 7	σin= 305	σsv= 33	Wmax/rel/lim=	0,00	0,00	0,02	cm			
Sez.N.1944	7	1,50	1	-76	7	0	5	0	0	35	336	0	5	0	0	372	1600	
TUB 40X1.8	qn=	0	1	-77	5	0	5	0	0	36	243	0	5	0	0	279	1600	
Asta:	8	7	0,77	1	-78	3	0	5	0	36	151	0	5	0	0	187	1600	
Instab.:l=	73,0	lmax=	51,1	-78	5	0	Ω= 1,05	lmd= 38	σin= 301	σsv= 0	Wmax/rel/lim=	0,17	0,04	0,29	cm			
Sez.N.1940	5	0,11	1	-6	0	0	0	0	0	12	22	0	0	0	0	34	1600	
Tondod8	qn=	0	1	-6	0	0	0	0	0	12	3	0	0	0	0	15	1600	
Asta:	9	6	0,11	1	-6	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	13	1600	
Instab.:l=	35,0	lmax=	24,5	-6	0	0	Ω= 2,12	lmd=123	σin= 42	σsv= 0	Wmax/rel/lim=	0,02	0,00	0,14	cm			
Sez.N.1001	8	0,00	1	-124	0	4	120	-1	0	56	16	913	300	1	0	1204	1600	
U30*15	qn=	-2	1	-124	0	1	120	-1	0	56	15	299	300	1	0	784	1600	
Asta:	10	9	0,00	1	-124	0	-1	120	-1	0	56	14	316	300	1	0	792	1600
Instab.:l=	4,0	lmax=	2,8	-124	0	3	Ω= 1,00	lmd= 7	σin= 756	σsv= 21	Wmax/rel/lim=	0,00	0,00	0,02	cm			
Sez.N.1001	9	0,00	1	-172	0	-1	-11	-1	0	78	21	316	27	1	0	417	1600	
U30*15	qn=	-1	1	-172	0	0	-11	-1	0	78	16	109	27	1	0	209	1600	
Asta:	11	10	0,11	1	-172	0	0	-11	-1	0	78	11	99	27	1	0	194	1600
Instab.:l=	14,9	lmax=	10,4	-172	0	1	Ω= 1,04	lmd= 25	σin= 336	σsv= 24	Wmax/rel/lim=	0,01	0,00	0,06	cm			
Sez.N.1001	11	0,00	1	-123	0	4	121	1	0	56	17	1010	302	1	0	1287	1600	
U30*15	qn=	-2	1	-123	0	2	121	1	0	56	15	391	302	1	0	835	1600	
Asta:	12	12	0,00	1	-123	0	-1	121	1	0	56	14	228	302	1	0	756	1600
Instab.:l=	4,0	lmax=	2,8	-123	0	3	Ω= 1,00	lmd= 7	σin= 830	σsv= 22	Wmax/rel/lim=	0,00	0,00	0,02	cm			
Sez.N.1001	12	0,00	1	-173	0	-1	-6	1	0	78	21	228	15	1	0	329	1600	
U30*15	qn=	-1	1	-173	0	0	-6	1	0	78	16	111	15	1	0	208	1600	
Asta:	13	13	0,11	1	-172	0	0	-6	1	0	78	11	7	15	1	0	101	1600
Instab.:l=	15,2	lmax=	10,6	-173	0	1	Ω= 1,04	lmd= 26	σin= 270	σsv= 24	Wmax/rel/lim=	0,01	0,00	0,06	cm			

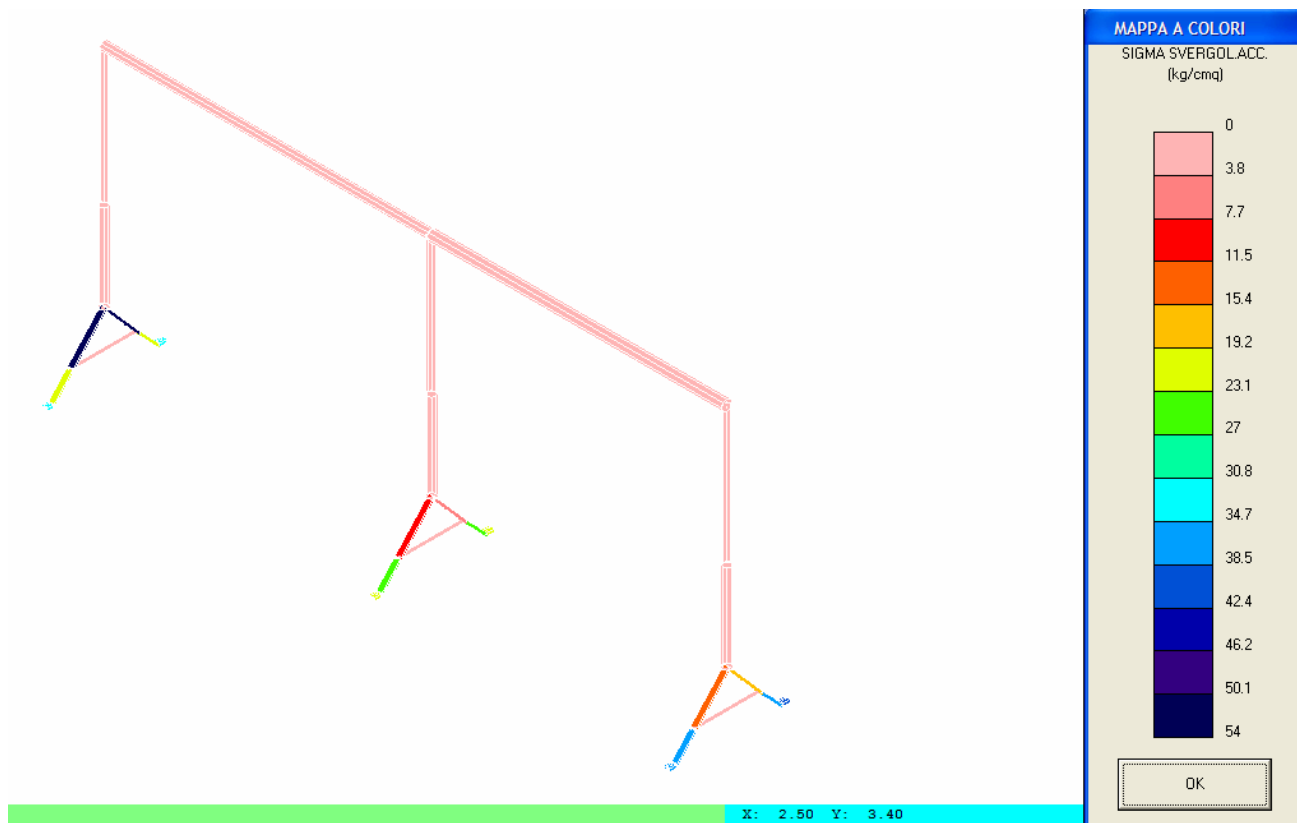
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tratto	Cmb N.r	N (kg)	Mx (kg*m)	My (kg*m)	Tx (kg)	Ty (kg)	Mz (kg*m)	on	oMx	oMy	tx (kg/cmq)	ty (kg/cmq)	τMt	σid	σamm.
Sez.N.1001	13	0,11	1		-160	0	0	1	1	0	73	11	8	1	1	0	92	1600
U30*15	gn=	-1	1		-160	0	0	0	1	0	72	3	7	1	1	0	83	1600
Asta:	14	0,31	1		-160	0	0	0	1	0	72	5	18	1	1	0	95	1600
Instab.:1=	26,0	lmax=	18,2		-160	0	0	Ω= 1,16	lmd= 44	cin= 102	σsv= 6	Wmax/rel/lim= 0,04			0,00	0,10	cm	
Sez.N.1001	10	0,11	1		-160	0	0	2	-1	0	72	12	94	5	1	0	178	1600
U30*15	gn=	-1	1		-159	0	0	2	-1	0	72	3	26	5	1	0	102	1600
Asta:	15	0,31	1		-159	0	0	2	-1	0	72	5	36	4	1	0	113	1600
Instab.:1=	26,4	lmax=	18,5		-160	0	0	Ω= 1,17	lmd= 45	cin= 161	σsv= 7	Wmax/rel/lim= 0,04			0,00	0,11	cm	
Sez.N.1001	16	0,00	1		-66	0	0	-4	4	0	30	27	124	11	4	0	182	1600
U30*15	gn=	-1	1		-66	0	0	-4	4	0	30	12	43	11	4	0	86	1600
Asta:	16	0,11	1		-66	0	0	-4	4	0	30	4	40	11	4	0	77	1600
Instab.:1=	14,9	lmax=	10,4		-66	0	0	Ω= 1,04	lmd= 25	cin= 139	σsv= 20	Wmax/rel/lim= 0,02			0,00	0,06	cm	
Sez.N.1944	14	1,50	1		-237	3	0	2	0	0	110	135	0	2	0	0	244	1600
TUB 40X1.8	gn=	0	1		-237	2	0	2	0	0	110	95	0	2	0	0	205	1600
Asta:	17	0,77	1		-238	1	0	2	0	0	110	56	0	2	0	0	167	1600
Instab.:1=	73,0	lmax=	51,1		-238	2	0	Ω= 1,05	lmd= 38	cin= 220	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,13			0,02	0,29	cm	
Sez.N.1940	10	0,11	1		-18	0	0	0	0	0	35	38	0	0	0	0	74	1600
Tondod8	gn=	0	1		-18	0	0	0	0	0	35	2	0	0	0	0	38	1600
Asta:	18	0,11	1		-18	0	0	0	0	0	35	9	0	0	0	0	44	1600
Instab.:1=	35,0	lmax=	24,5		-18	0	0	Ω= 2,12	lmd=123	cin= 105	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,01			0,00	0,14	cm	
Sez.N.1943	14	0,77	1		-238	1	0	2	0	0	91	38	0	2	0	0	130	1600
TUB. 48x1.	gn=	0	1		-239	1	0	2	0	0	91	21	0	2	0	0	113	1600
Asta:	19	0,31	1		-239	0	0	2	0	0	92	5	0	2	0	0	97	1600
Instab.:1=	46,5	lmax=	32,5		-239	1	0	Ω= 1,00	lmd= 20	cin= 120	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,09			0,00	0,19	cm	
Sez.N.1001	18	0,00	1		-47	0	2	47	-4	0	21	28	393	117	4	0	613	1600
U30*15	gn=	-2	1		-47	0	1	47	-4	0	21	24	154	117	4	0	469	1600
Asta:	20	0,00	1		-47	0	0	47	-4	0	21	19	85	116	4	0	443	1600
Instab.:1=	4,0	lmax=	2,8		-47	0	1	Ω= 1,00	lmd= 7	cin= 341	σsv= 34	Wmax/rel/lim= 0,00			0,00	0,02	cm	
Sez.N.1943	7	0,77	1		-78	3	0	5	0	0	30	102	0	4	0	0	132	1600
TUB. 48x1.	gn=	0	1		-78	2	0	5	0	0	30	62	0	4	0	0	92	1600
Asta:	21	0,31	1		-79	1	0	5	0	0	30	22	0	4	0	0	53	1600
Instab.:1=	46,5	lmax=	32,5		-79	2	0	Ω= 1,00	lmd= 20	cin= 100	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,15			0,00	0,19	cm	
Sez.N.1001	19	0,00	1		-66	0	0	-2	-4	0	30	28	85	5	4	0	143	1600
U30*15	gn=	-1	1		-66	0	0	-2	-4	0	30	11	42	6	4	0	84	1600
Asta:	22	0,11	1		-66	0	0	-2	-4	0	30	5	3	6	4	0	40	1600
Instab.:1=	15,2	lmax=	10,6		-66	0	0	Ω= 1,04	lmd= 26	cin= 110	σsv= 21	Wmax/rel/lim= 0,02			0,00	0,06	cm	
Sez.N.1001	20	0,11	1		-61	0	0	0	-4	0	28	5	3	1	4	0	36	1600
U30*15	gn=	-1	1		-61	-1	0	0	-4	0	28	33	8	1	4	0	69	1600
Asta:	23	0,31	1		-61	-1	0	0	-4	0	28	61	13	0	4	0	102	1600
Instab.:1=	26,0	lmax=	18,2		-61	1	0	Ω= 1,16	lmd= 44	cin= 81	σsv= 54	Wmax/rel/lim= 0,04			0,00	0,10	cm	
Sez.N.1001	17	0,11	1		-61	0	0	1	4	0	28	4	37	2	4	0	69	1600
U30*15	gn=	-1	1		-61	1	0	1	4	0	27	32	14	2	4	0	73	1600
Asta:	24	0,31	1		-61	1	0	0	4	0	27	59	5	1	4	0	92	1600
Instab.:1=	26,4	lmax=	18,5		-61	1	0	Ω= 1,17	lmd= 45	cin= 97	σsv= 52	Wmax/rel/lim= 0,04			0,00	0,11	cm	
Sez.N.1945	14	1,50	1		-5	36	0	115	0	0	2	905	0	75	0	0	916	1600
TUB56X1.8	gn=	122	1		-5	16	0	16	0	0	2	402	0	10	0	0	404	1600
Asta:	25	1,50	1		-5	7	0	76	0	0	2	165	0	50	0	0	188	1600
Instab.:1=	156,0	lmax=	109,2		-5	27	0	Ω= 1,14	lmd= 57	cin= 681	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,13			0,13	0,62	cm	
Sez.N.1944	21	1,50	1		-89	10	0	7	0	0	41	508	0	7	0	0	549	1600
TUB 40X1.8	gn=	0	1		-89	7	0	7	0	0	41	376	0	7	0	0	418	1600
Asta:	26	0,77	1		-90	5	0	7	0	0	42	244	0	7	0	0	286	1600
Instab.:1=	73,0	lmax=	51,1		-90	8	0	Ω= 1,05	lmd= 38	cin= 448	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,12			0,06	0,29	cm	
Sez.N.1940	17	0,11	1		-7	0	0	0	0	0	14	23	0	0	0	0	37	1600
Tondod8	gn=	0	1		-7	0	0	0	0	0	14	5	0	0	0	0	19	1600
Asta:	27	0,11	1		-7	0	0	0	0	0	14	7	0	0	0	0	21	1600
Instab.:1=	35,0	lmax=	24,5		-7	0	0	Ω= 2,12	lmd=123	cin= 47	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,02			0,00	0,14	cm	
Sez.N.1943	21	0,77	1		-90	5	0	7	0	0	34	166	0	5	0	0	201	1600
TUB. 48x1.	gn=	0	1		-90	3	0	7	0	0	35	109	0	5	0	0	144	1600
Asta:	28	0,31	1		-91	2	0	7	0	0	35	52	0	5	0	0	87	1600
Instab.:1=	46,5	lmax=	32,5		-91	3	0	Ω= 1,00	lmd= 20	cin= 155	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,08			0,01	0,19	cm	
Sez.N.1943	14	1,50	1		-7	39	0	122	0	0	3	1346	0	94	0	0	1359	1600
TUB. 48x1.	gn=	-122	1		-7	21	0	14	0	0	3	741	0	11	0	0	744	1600
Asta:	29	1,50	1		-7	10	0	89	0	0	3	345	0	68	0	0	368	1600
Instab.:1=	173,0	lmax=	121,1		-7	30	0	Ω= 1,25	lmd= 74	cin=1026	σsv= 0	Wmax/rel/lim= 0,36			0,35	0,69	cm	



**TENSIONE IDEALE**



**TENSIONE DI INSTABILITA'**



TENSIONE DI SVERGOLAMENTO

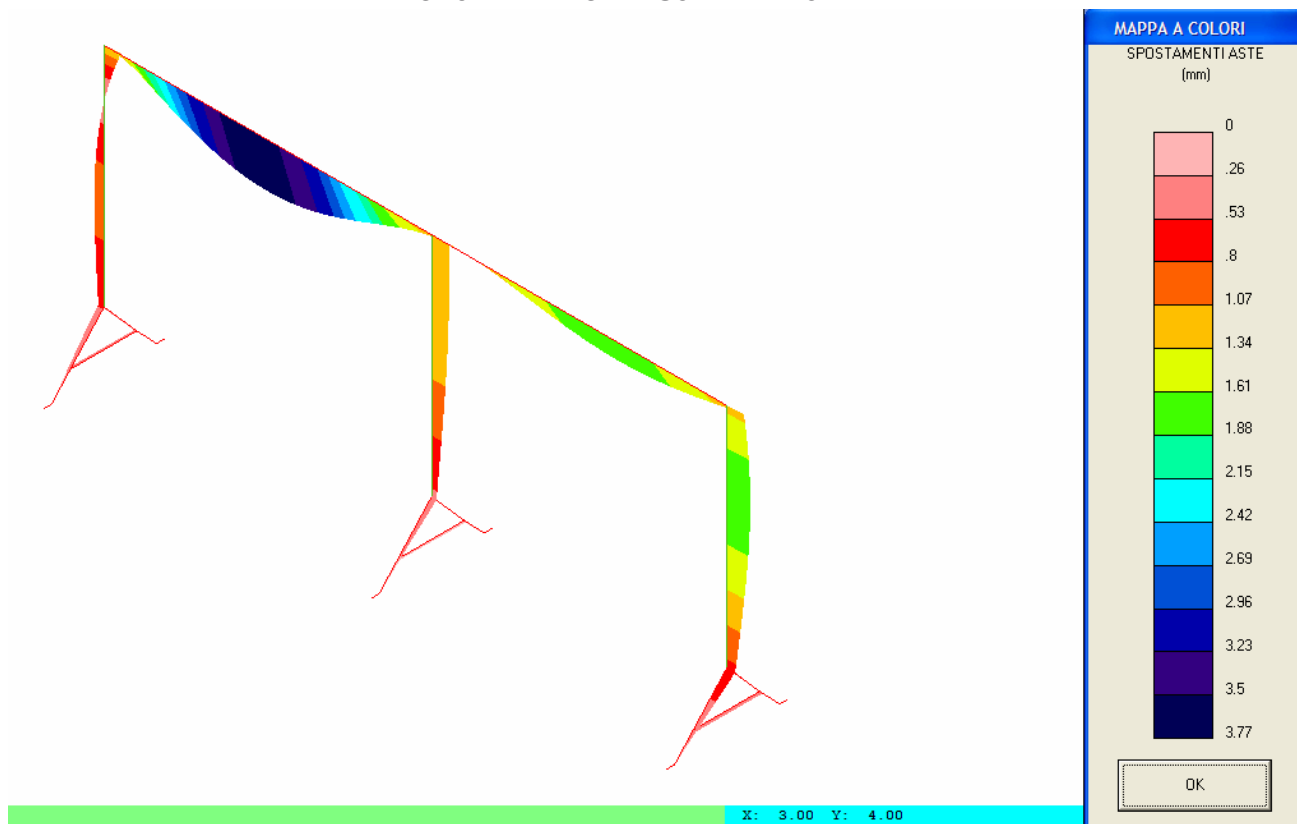


DIAGRAMMA SPOSTAMENTI

Il Tecnico  
Umberto SERIO  
Ingegnere