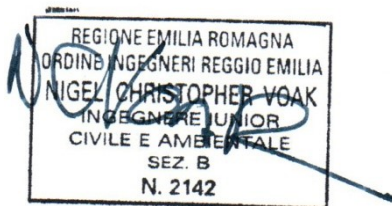


RELAZIONE DI CALCOLO DELLA STRUTTURA METALLICA

COMMITTENTE: Audiodesign.

OGGETTO: VLA 800A-HW-TOP & MID – Due diffusori

Rev 0– Esecutivo 01/12/22



Nigel Voak (I.eng AMIStructE)

Ingegnere Civile

Via Socrate Gambetti 2
42123 Reggio Emilia
Tel 0522 322528
Tel cell 335 – 59 14 866
Email: nigel.voak@alice.it

Ordine Ingegneri Reggio Emilia N° 2142

Institution of Structural Engineers (UK) Membership No: 064219684

Introduzione

Riferimento a norme

Nella stesura delle presenti verifiche si è fatto riferimento alle seguenti norme od istruzioni tecniche.

- EN 1990: Criteri generali di progettazione strutturale
- EN 1991: Azioni sulle strutture
- EN 1090: Esecuzione delle strutture in acciaio criteri tecnici

- EN 1993-1-1:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- EN 1993-1-2:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole Generali - Structural fire design
- EN 1993-1-3:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole Generali Regole supplementari per lamiere ed elementi profilati a freddo
- EN 1993-1-4:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-4: Regole Generali Regole supplementari per elementi in acciaio inossidabile
- EN 1993-1-5:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Regole Generali Elementi strutturali tipo piastra
- EN 1993-1-6 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-6: Resistenza e stabilità di strutture a guscio
- EN 1993-1-7 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-7: Resistenza e stabilità di strutture planari tipo piastre soggette a carichi fuori dal piano
- EN 1993-1-8:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- EN 1993-1-9:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-9: Fatica
- EN 1993-1-10:2005 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-10: Material toughness and through-thickness properties
- EN 1993-1-11:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-11: Progettazione di strutture costituite da componenti soggetti a trazione
- EN 1993-1-12 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-12: Generale Acciaio di alta resistenza
- EN 1993-2:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2: Ponti in acciaio
- EN 1993-3-1:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 3-1: Torri, aste e ciminiere Torri ed aste
- EN 1993-3-2:2006 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 3-2: Torri, aste e ciminiere Ciminiere
- EN 1993-4-1 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-1: Silos
- EN 1993-4-2 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-2: Serbatoi

- EN 1993-4-3 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 4-3: Oleodotti e condotte in acciaio
- EN 1993-5 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali
- EN 1993-6 Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 6: Gru e strutture di supporto

- UNI EN 10025-1
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-3
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato / normalizzato laminato
- UNI EN 10025-4
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
- UNI EN 10025-5
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati
- UNI EN 10025-6
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

- UNI EN 10024: 1996
Travi ad I ad ali inclinate laminate a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10034: 1995
Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10279: 2002
Profilati ad U di acciaio laminati a caldo tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa

- UNI EN 10210-1: 1996
Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10219-1: 1999
Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura

- UNI EN 10210-2: 1999
Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10219-2: 1999
Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

- UNI EN 10142: 2002
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10147: 2002
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10268: 2000
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato / normalizzato laminato
- UNI EN 10214: 1996
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
- UNI EN 10215: 1996
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati
- UNI EN 10292: 2004
Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

EN 13782:2015 Temporary structures. Tents. Safety

UNI EN 13782:2015 : Strutture temporanee - Tende - Sicurezza

Ipotesi di calcolo

Nel calcolo di verifica si considera la struttura perfettamente montata senza disallineamento tra appoggi e senza difetti di montaggio tali da rendere apprezzabili eventuali effetti tensionali di second'ordine.

Stati Limiti

Combinazioni fondamentali

I valori di progetto delle azioni devono essere combinati nel seguente modo:

$$\gamma_G G_k + \gamma_F Q_{k,1}$$

$$\gamma_G G_k + \sum \gamma_F Q_{k,i}$$

Devono essere controllati tutti i casi, dove:

$\gamma_G = 1,35$ coefficiente di sicurezza parziale per azioni permanenti sfavorevoli;

$\gamma_G = 1,0$ coefficiente di sicurezza parziale per azioni permanenti favorevoli;

$\gamma_F = 1,5$ coefficiente di sicurezza parziale per una sola azione variabile;

$\gamma_F = 1,35$ coefficiente di sicurezza parziale per più azioni variabili;

G_k valore caratteristico delle azioni permanenti;

$Q_{k,i}$ valore caratteristico di una generica azione variabile.

La resistenza di progetto deve essere valutata in conformità alla seguente equazione:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

dove:

R_d è il valore di progetto delle proprietà del materiale;

R_k è il valore caratteristico delle proprietà del materiale;

$\gamma_M = 1,1$ è il coefficiente di sicurezza parziale per le proprietà del materiale in combinazioni di carichi statici per l'acciaio.

Acciaio – Dati per il calcolo

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000 \quad \text{N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \quad \text{N/mm}^2$

coefficiente di *Poisson* $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
(per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)

densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

Bulloni

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb} (\text{N/mm}^2)$	240	300	480	649	900
$f_{tb} (\text{N/mm}^2)$	400	500	600	800	1000

Resistenza delle saldature a cordoni d'angolo

Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si può assumere la seguente condizione di resistenza

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)]^{0,5} \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2}) ,$$

dove

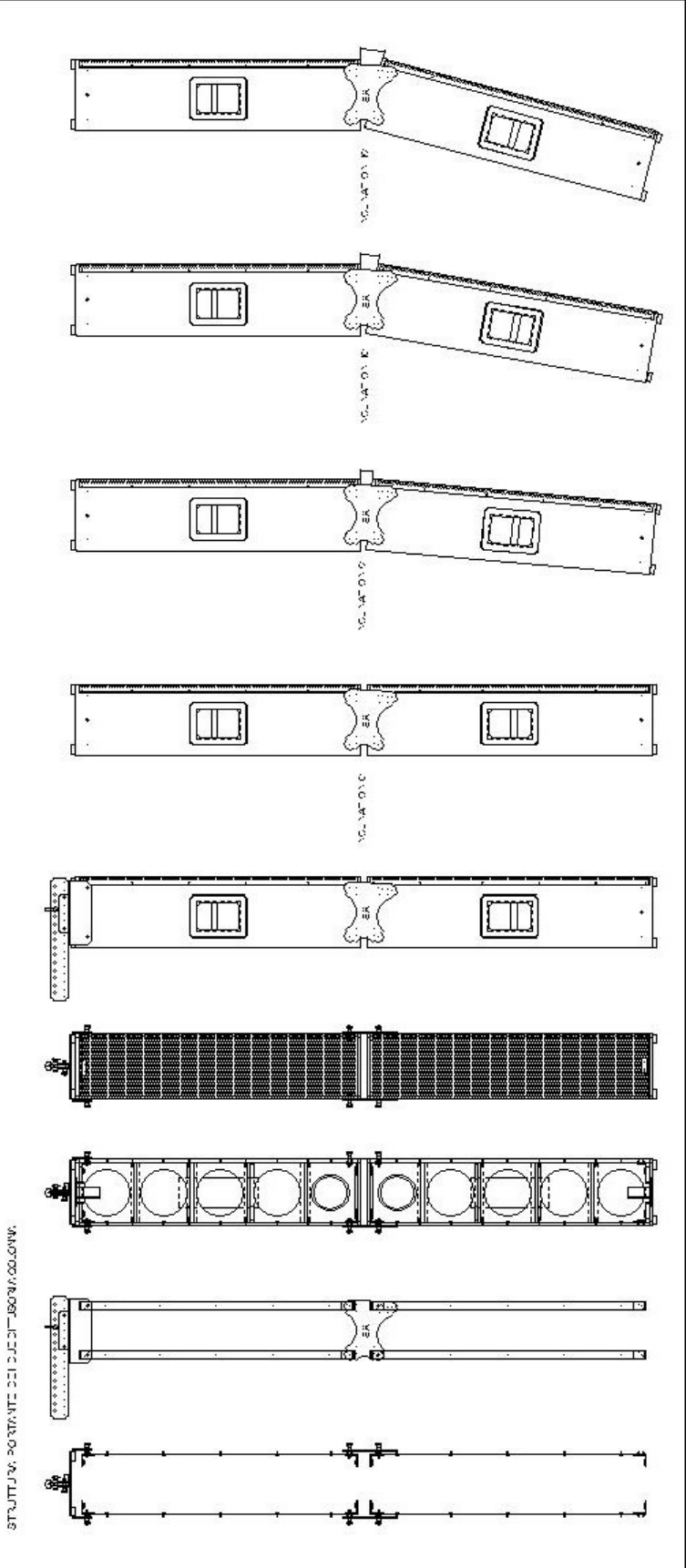
f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

$\beta = 0,80$ per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

Unioni con saldature a piena penetrazione

I collegamenti testa a testa, a T e a croce a piena penetrazione sono generalmente realizzati con materiali d'apporto aventi resistenza uguale o maggiore a quella degli elementi collegati. Pertanto la resistenza di calcolo dei collegamenti a piena penetrazione si assume eguale alla resistenza di progetto del più debole tra gli elementi connessi. Una saldatura a piena penetrazione è caratterizzata dalla piena fusione del metallo di base attraverso tutto lo spessore dell'elemento da unire con il materiale di apporto.

Vista Generale della Struttura



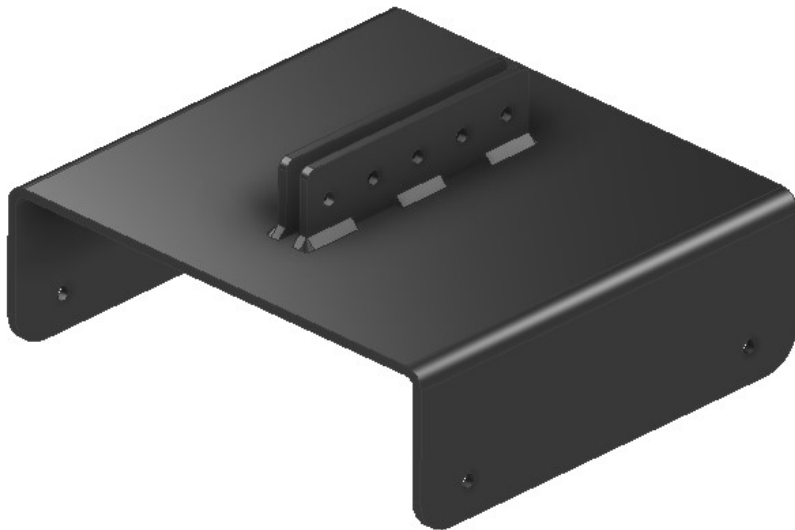
Conformazione con due diffusori a colonna

Verifica Componenti

Carichi:

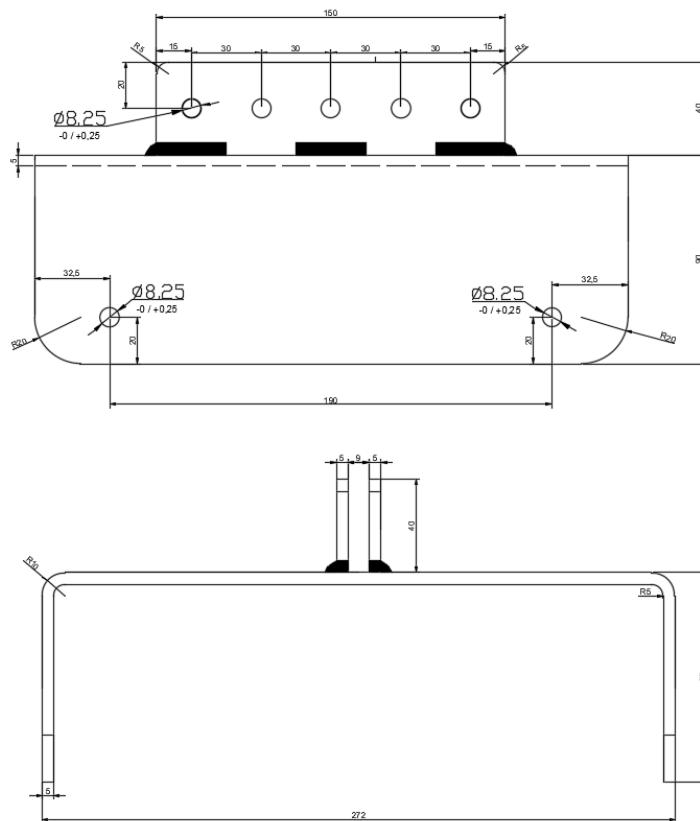
Peso di ogni diffusore = 300N

1 Verifica Staffa di Supporto superiore



Carico = $300\text{N} \times 2 / 4 \text{ punti} = 150\text{N}$

Fattore di sicurezza = 1.5: $P = 225\text{N}$



Verifica

Profilo a C

$$M_{\max} = 2 \times 225 \text{ N} \times 136 \text{ mm} = 61200 \text{ Nmm}$$

$$W_{xx \text{ eff}} = 5^2 \times 150 / 6 = 625 \text{ mm}^3$$

$$f_y = 61200 / 625 = 98 \text{ N/mm}^2 < F_y 235 \text{ N/mm}^2 / 1.05 = 224 \text{ N/mm}^2$$

Verificato piatto 5mm in S235

Supporto

$$\text{Taglio intorno al foro} = 450 \text{ N} / 2 \times 5 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} = 3 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

Saldatura

Con saldatura di angoli 4mm L 3 x 30mm

Resistenza saldature a cordoni d'angolo - EC3 (edizione 1...

Acciaio S235 (Fe360) f_u 360 N/mm² Coeff. di correlazione β_w 0.8

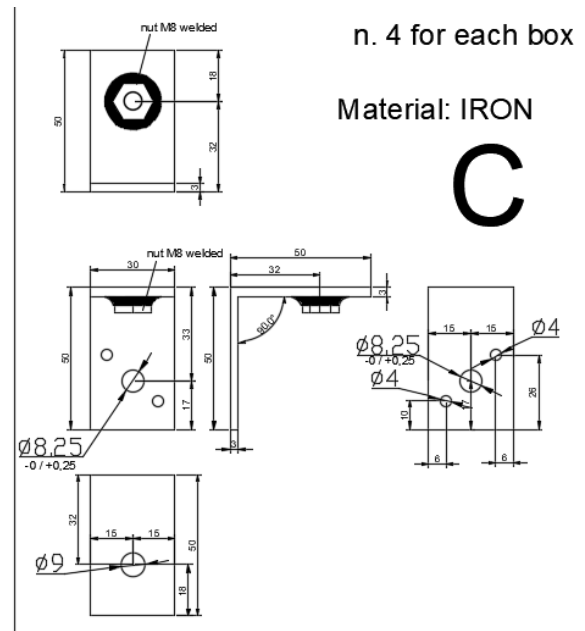
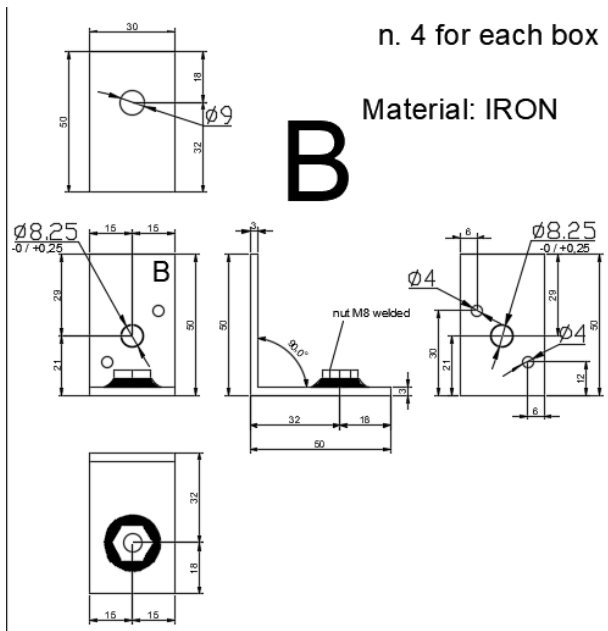
Resistenza di progetto a taglio

$$f_{vw,d} = \frac{F_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}} = 207,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Portata} = 0.71 \times 4\text{mm} \times 207\text{N/mm}^2 \times 90 = 53000\text{N} > 450\text{N}$$

Staffa Verificato

2 Verifica L di Supporto superiore e Inferiore



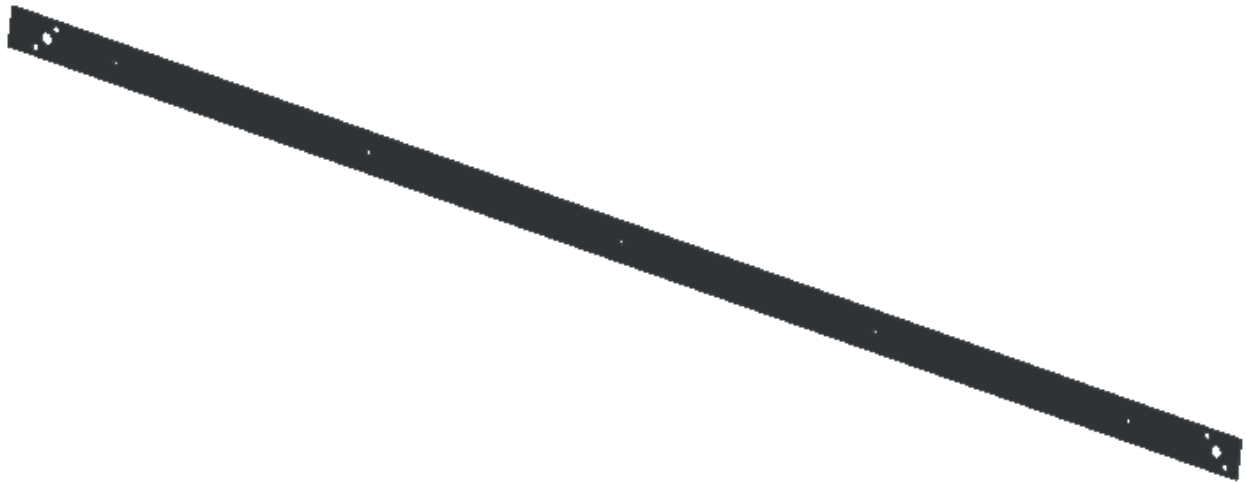
$P = 150\text{N}$ con fattore di sicurezza $1.5 = 225\text{N}$

$$M_{\max} L = 225\text{N} \times 32\text{mm} = 7200\text{Nmm} \quad W_{xx} = 3^2 \times 30/6 = 45\text{mm}^3$$

$$f_y = 7200 \text{ Nmm} / 45 \text{ mm}^3 = 160 \text{ N/mm}^2 < F_{yR} 213 \text{ N/mm}^2$$

Verificato

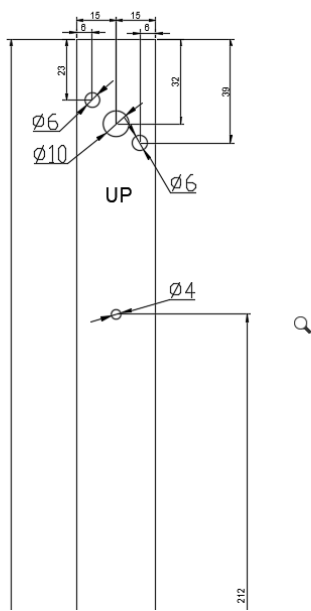
3 Verifica Staffa Verticale



n. 4 for each box

Material: IRON

D



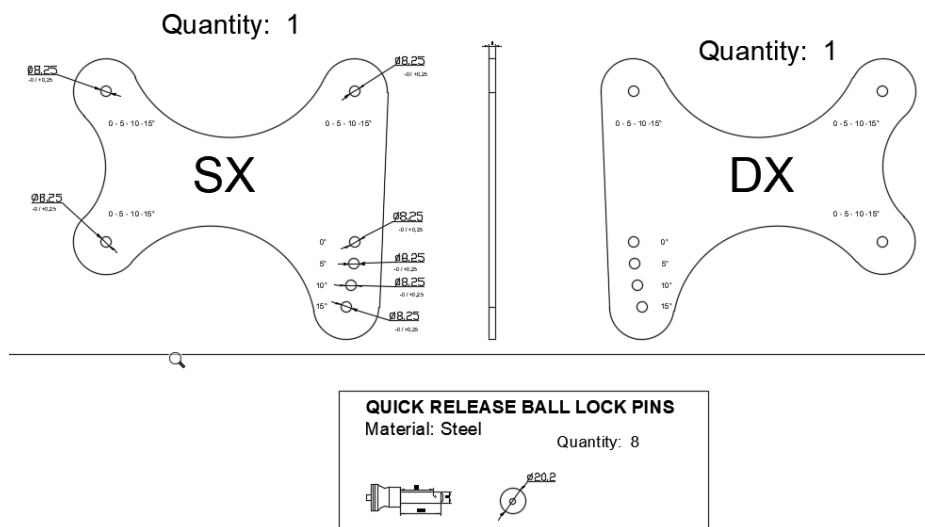
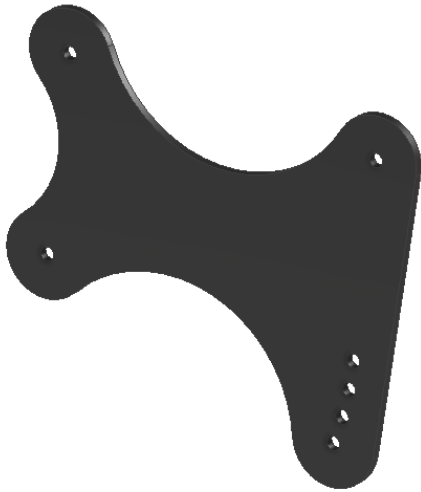
$P = 150\text{N}$ con fattore di sicurezza $1.5 = 225\text{N}$

Area ridotto = $30\text{mm} \times 1\text{mm} - 10\text{mm} \times 1\text{mm} = 20\text{mm}^2$

$f_y = 225\text{N}/20\text{mm}^2 = 12\text{N}/\text{mm}^2 < F_{yr} 213\text{N}/\text{mm}^2$

Verificato

Staffa di Collegamento



$P = 150\text{N}$ con fattore di sicurezza $1.5 = 225\text{N}$

$M_e = 225\text{N} \times 146\text{mm} = 32996\text{Nmm}$

Carico sul perno $= 225\text{N} \times 0.5 + 32996\text{Nmm}/183\text{mm} = 293\text{N}$

Area ridotto $= 5\text{mm} \times 50\text{mm} - 8.25\text{mm} \times 5\text{mm} = 208\text{mm}^2$

$f_y = 293\text{N}/208\text{mm}^2 = 2\text{N/mm}^2 < F_{yr} 213\text{N/mm}^2$

Verifica pin:

Taglio = 239N Diametro pin = 8mm – area 50mm²

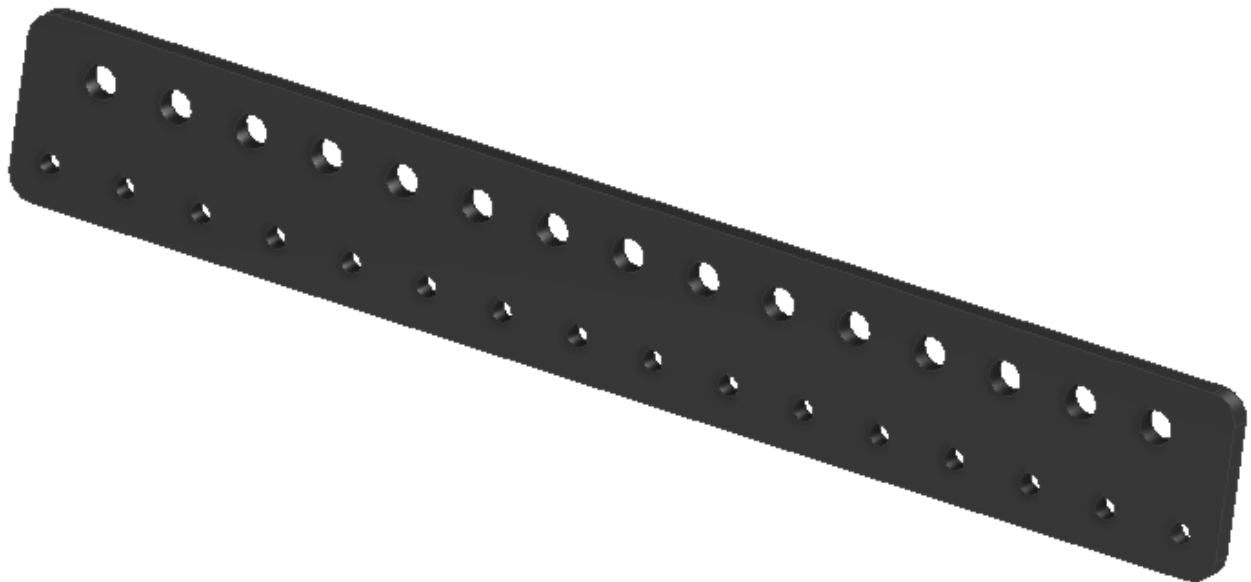
$f_v = 5\text{N/mm}^2$

$F_{v,Rd} = (0,6 \cdot f_{tbk} \cdot A_{res})/1,25$

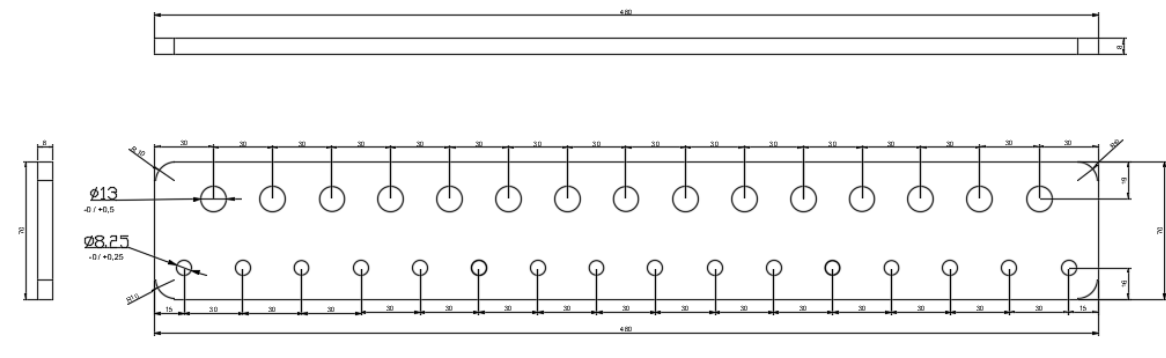
$F_v = 8640\text{N} > f_v 5\text{N/mm}^2$

Verificato

Staffa di Sospensione



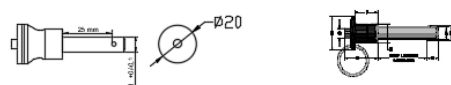
✓



QUICK RELEASE BALL LOCK PINS

Material: Steel

Quantity: 6



$P = 600\text{N}$ e 900N con un fattore di sicurezza di 1.5

$$M_{\max} = 0.9\text{kN} \times 435\text{mm} = 392\text{Nm}$$

$$W_{xx} = 6.53\text{cm}^3$$

$$f_y = 392\text{Nm} / 6.53\text{cm}^3 = 60\text{N/mm}^2 < F_{yr} 213\text{N/mm}^2$$

Verificato

Verifica pin:

Taglio = 900N Diametro pin = 8mm – area 50mm^2

$$f_v = 18\text{N/mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = (0.6 \cdot f_{tbk} \cdot A_{res}) / 1.25$$

$$F_v = 8640\text{N} > f_v 18\text{N/mm}^2$$

Verificato

Grillo:

Portata del grillo Prodotti Industriali & Navali S.p.A.

Grillo Inox ad omega ad alta resistenza per sollevamento

art. 7550 codice AIGRUNOD 10 = 6300N > 600N

Verificato