

Memòria.

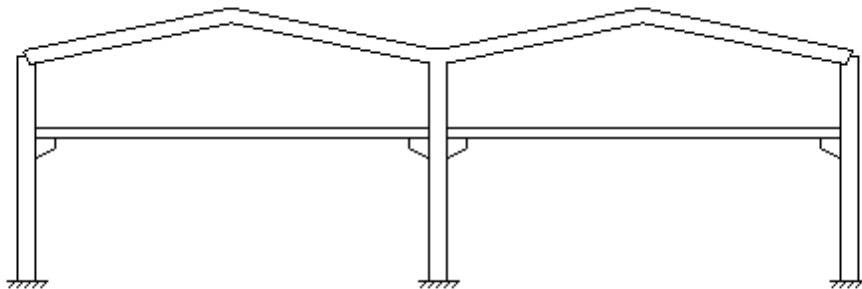
Es pretén dimensionar els pòrtics d'una nau industrial de base rectangular de $40 \times 56 = 2240 \text{ m}^2$ construïda amb elements metàl·lics amb acer F-206 (A42b).

La llum entre pilars és de 20 m, essent la tipologia emprada un pòrtic a dues aigües amb un pendent del 20° . La nau disposa de 2 ponts grua de 5T a cadascun dels pilars.

Dimensions y Especificacions:

- Dimensions de la nau: Rectangular 40×56
- Llum entre aigües del pòrtic: 20 metres
- Altura dels ponts grua: 7 metres
- Altura total dels pilars: 11 metres
- Altura de coronació de la coberta: 13 metres
- Nombre de pòrtics: 8 pòrtics
- Separació entre pòrtics: 8 metres

Esquema del pòrtic



- El pòrtic estarà format per 2 pilars de tipologia HEB i quatre jàsseres IPN. En els pilars hi haurà una mènsula que servirà de suport per les bigues carrileres del pont grua.
- La biga carrilera ens la subministra el fabricant del pont grua i, a efectes de càlcul, no es dimensiona.
- Els pilars aniran empotrats a la fonamentació mitjançant unes plaques d'ancoratge.
- La coberta és de tipologia Sandwich, amb aïllament de polietilè reticulat i sostre impermeabilitzat, subjectada per corretges dalla separades 1 metre entre elles.

Determinació de les càrregues

- **Càrregues permanents**
 - Pes propi coberta sandwich: 180 kg/m
 - Pes propi corretges Dalla: 184 kg/m
 - Pes propi aïllaments 24 kg/m
 - Pes propi jàssera 28 kg/m
 - **Càrrega permanent total: 420 kg/m**
- **Sobrecàrrega**

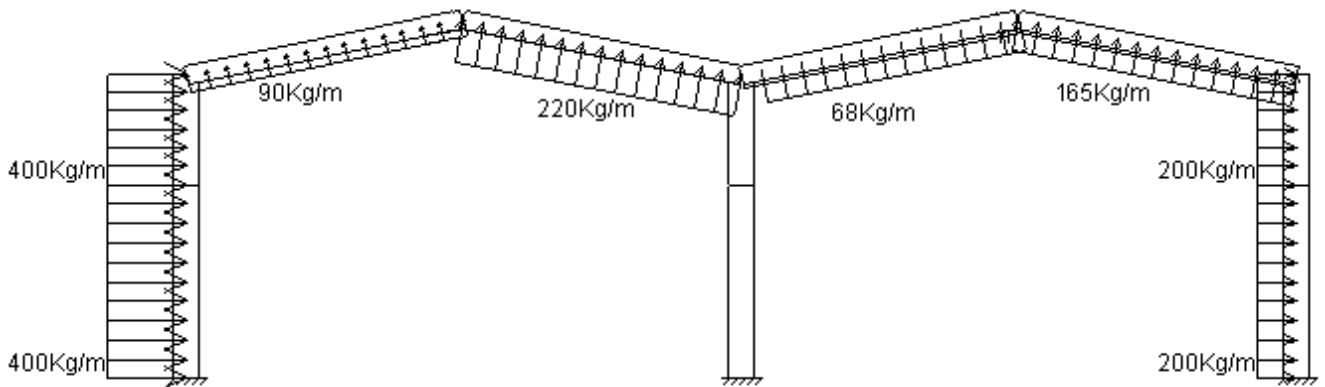
La nau industrial està situada al municipi de Sant Feliu de Guíxols:

- Altura sobre el nivell del mar: 10 m (0 – 200 m)
- **Sobrecàrrega de neu i manteniment 800 kg/m**
- **Càrregues de vent**

Les càrregues per acció del vent, obtenides a partir de la NBE-AE-88

- Pressió dinàmica: 62,5 kg/m² (Alt Empordà)
- Pressió al pilar:
- Succió al pilar:
- Succions a la coberta:

Aquestes càrregues es poden veure a l'esquema:



El cas de l'esquema és el de vent bufant en direcció esquerra

- **Càrregues del pont grua**

Les càrregues degudes al pont grua venen especificades en funció del tipus de pont. A la fàbrica es disposa de 2 ponts grues, tots dos de les mateixes característiques.

Tarat del pont grua: 5000 Kg

Acceleració màxima: 0,1 m/s²

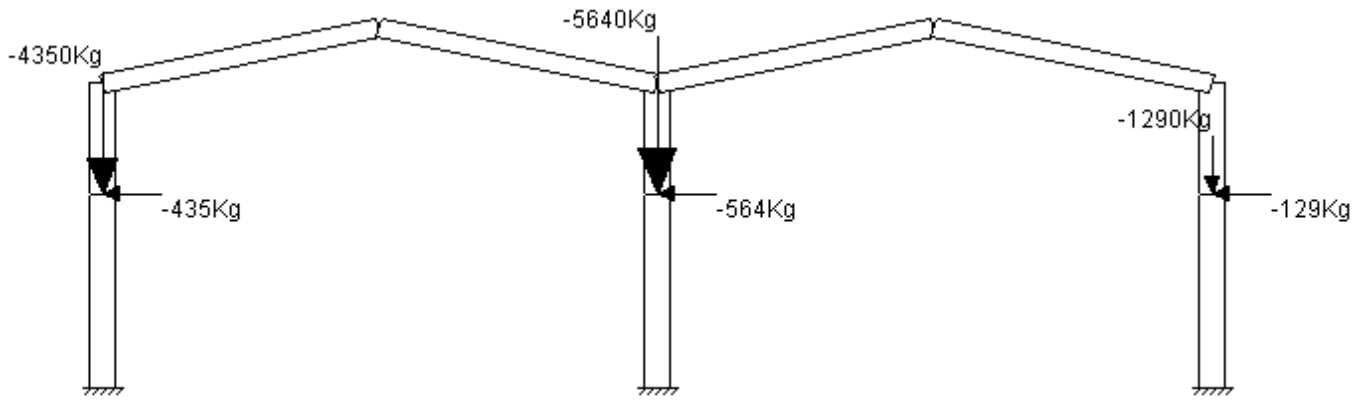
Reacció màxima: 4350 Kg

Reacció mínima: 1290 Kg

Reacció de frenada: Kg

Reacció horitzontal: Kg

Les càrregues dels 2 ponts grua actuant simultàniament es poden veure a l'esquema:



El cas de l'esquema és el de frenada dels 2 ponts grua a l'esquerra:

Hipòtesis de càlcul

Coeficients de majoració aplicats:

Els coeficients de majoració de càrrega aplicats per cadascuna de les accions són els següents:

- **Càlcul de resistència**

- Pes propi i sobrecàrrega: 1,33
- Càrregues de vent: 1,5
- Càrregues del pont grua: 1

- **Càlcul de fletxa (servei)**

- Pes propi i sobrecàrrega: 1
- Càrregues de vent: 1
- Càrregues del pont grua: 1

Pel dimensionament dels pòrtics i els pilars, s'estudien 6 possibles hipòtesis de càlcul que són:

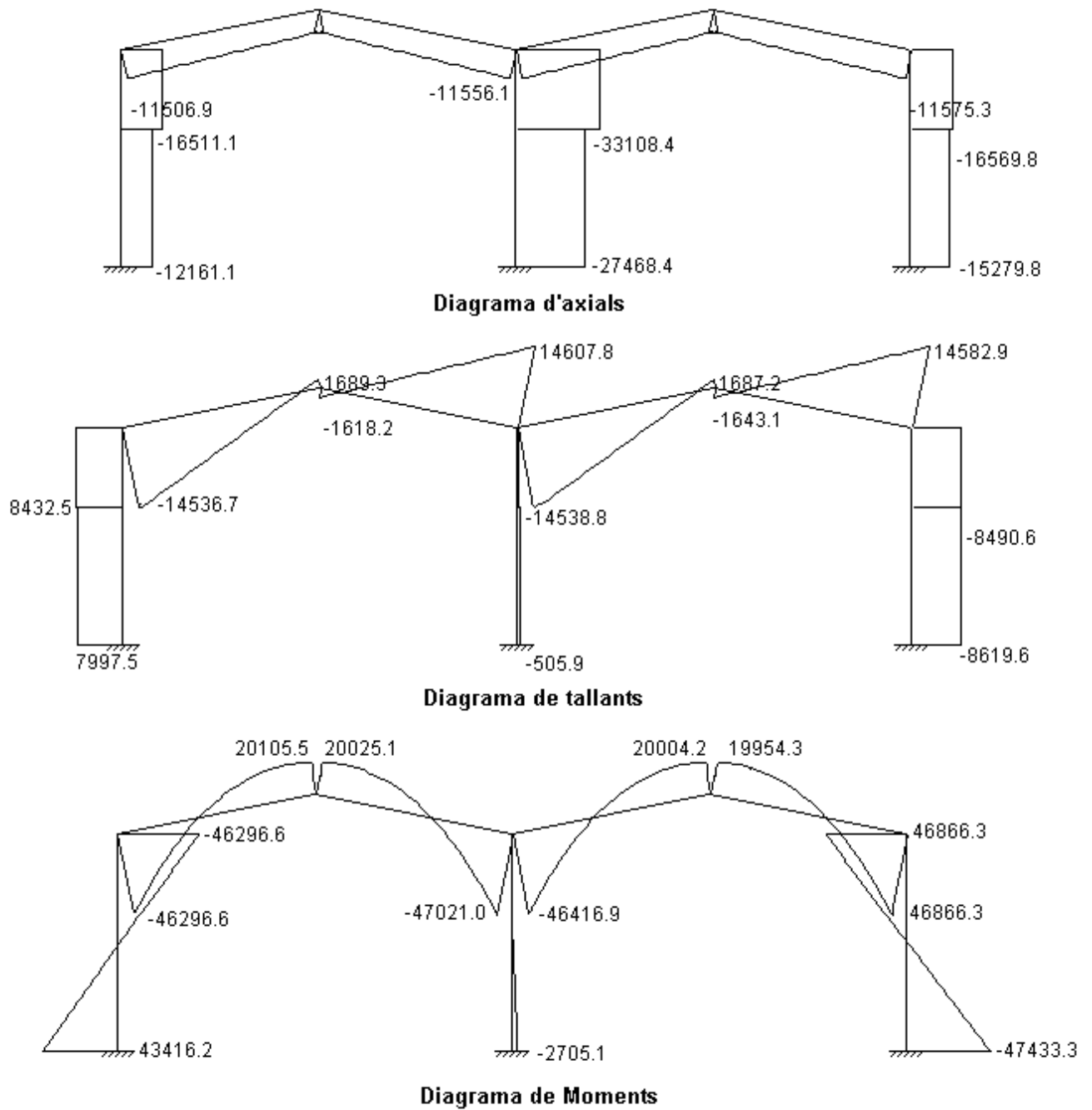
- Sense vent i els 2 ponts grua frenant a l'esquerra
- Sense vent i els 2 ponts grua frenant a la dreta
- Vent bufant a l'esquerra i els 2 ponts grua frenant a l'esquerra
- Vent bufant a l'esquerra i els 2 ponts grua frenant a la dreta
- Vent bufant a la dreta i els 2 ponts grua frenant a l'esquerra
- Vent bufant a la dreta i els 2 ponts grua frenant a la dreta

A partir d'aquestes 6 hipòtesis es calcula l'envelop i es determinen les sol·licitacions màximes a cadascun dels elements del pòrtic.

A les pàgines següents es mostren els diagrames d'axials, tallants i moments per cadascuna de les hipòtesis considerades pel càlcul de resistència.

Diagrames de sol·licitacions

Hipòtesi 1: Sense vent i els 2 ponts grua frenant a l'esquerra



Hipòtesi 2: Sense vent i els 2 ponts grua frenant a la dreta.

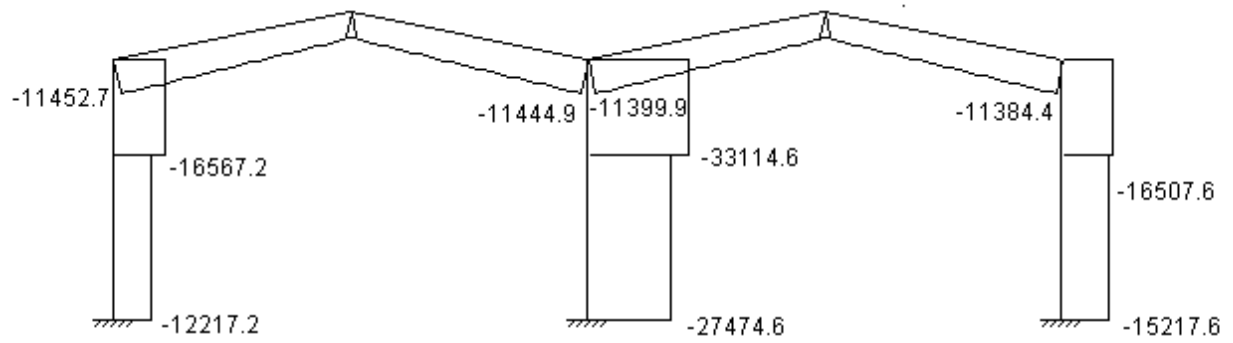


Diagrama d'Axials

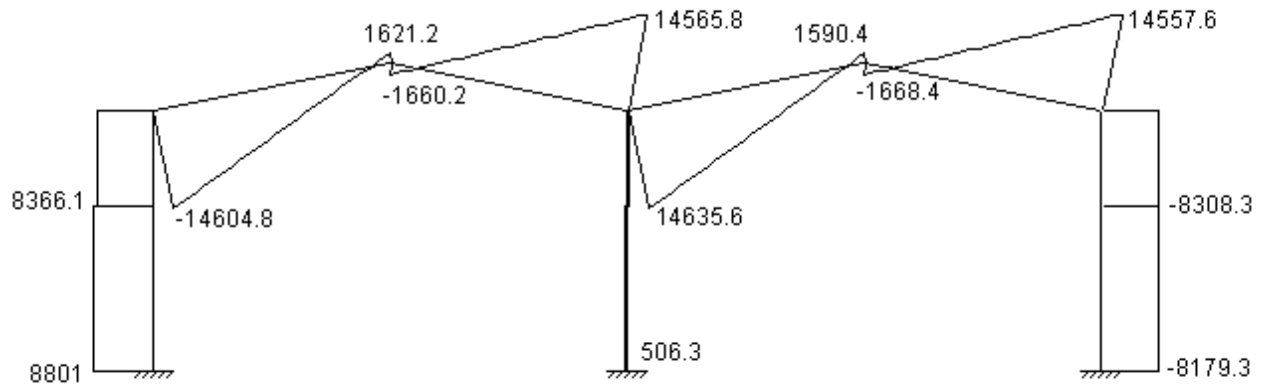


Diagrama de Tallants

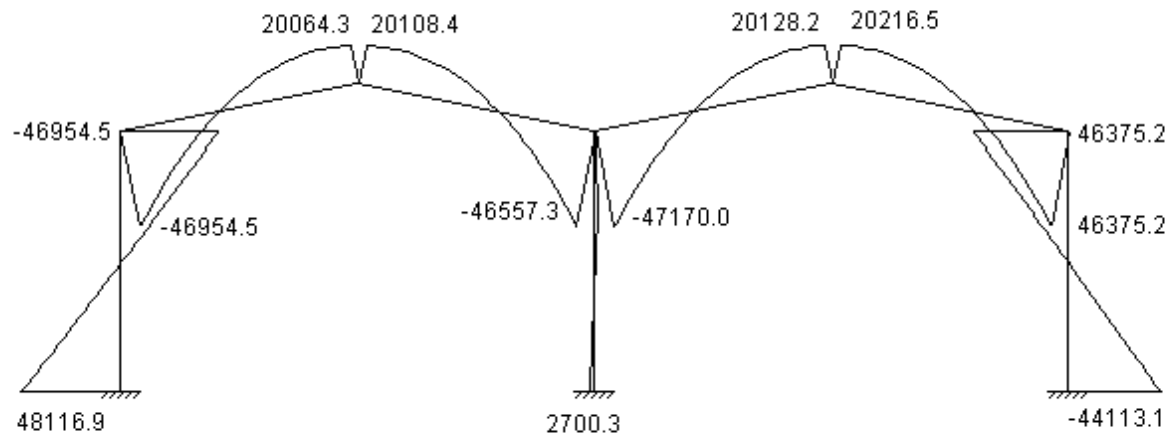
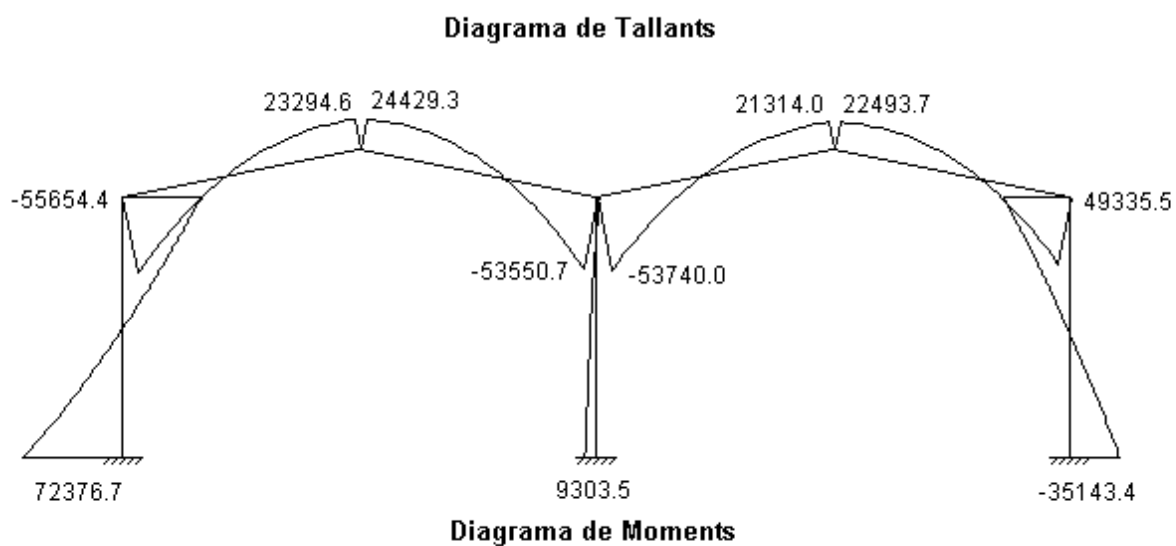
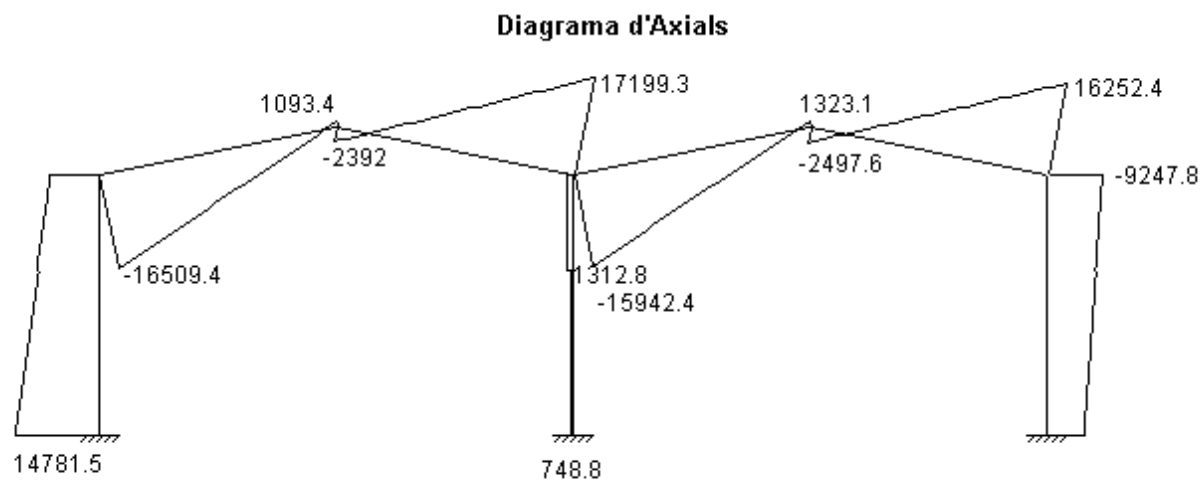
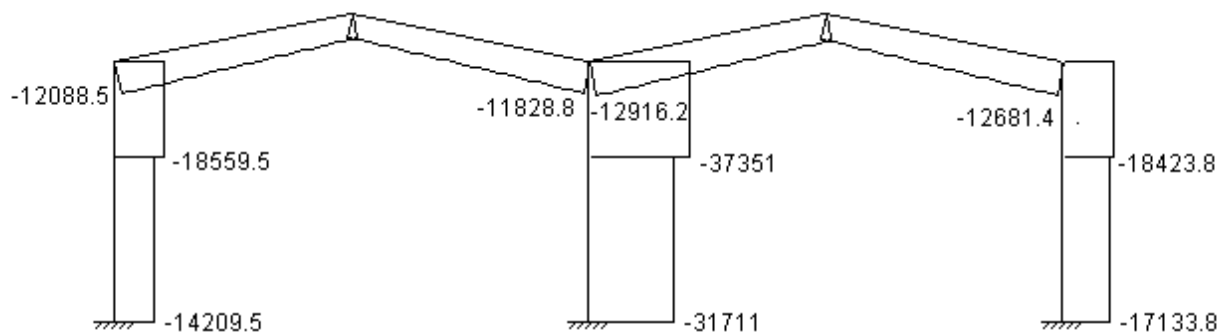
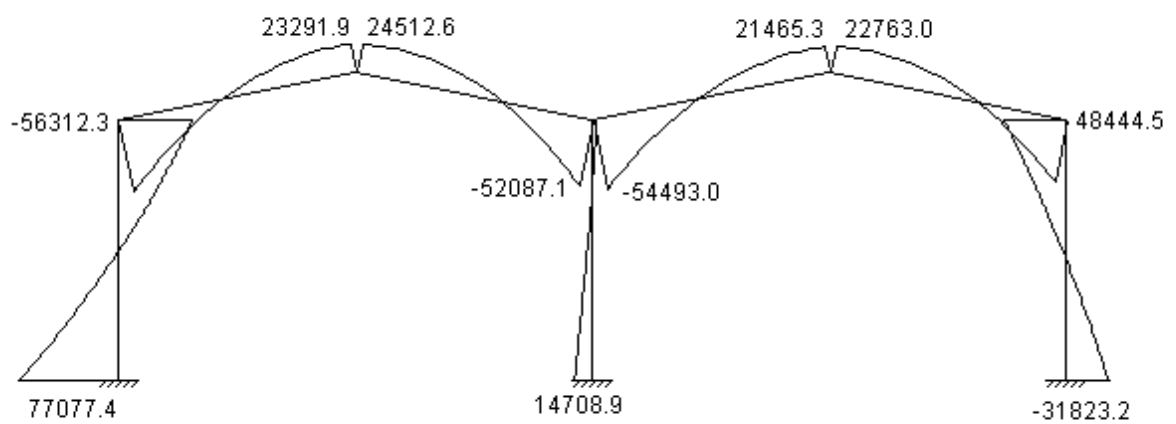
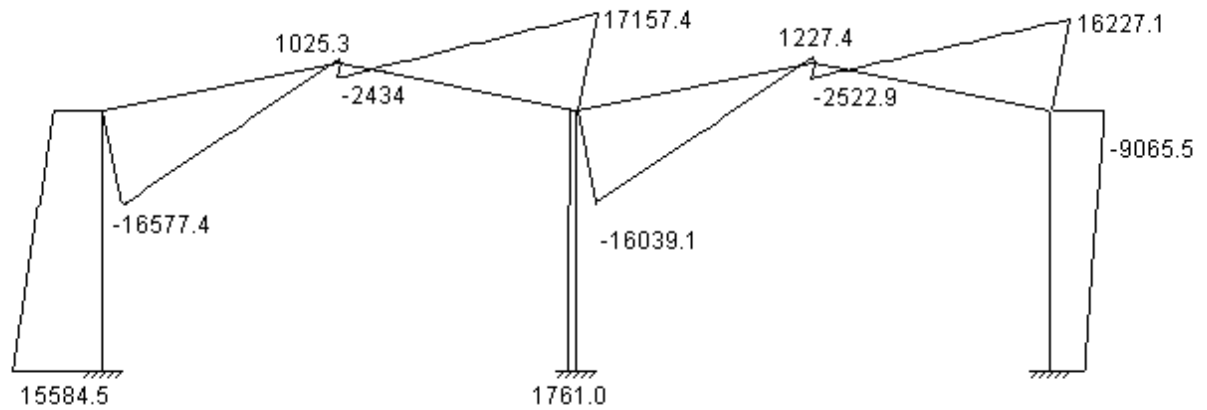
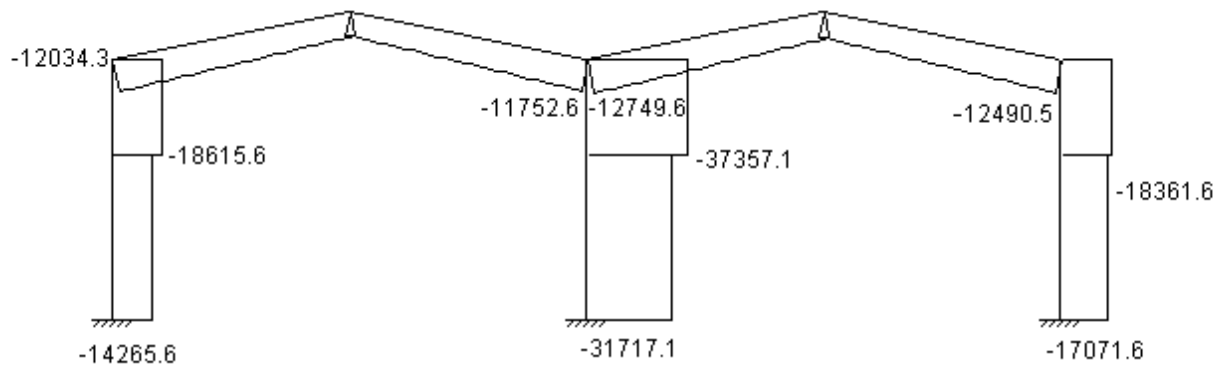


Diagrama de Moments

Hipòtesi 3: Vent bufant a l'esquerra i els 2 ponts grua frenant a l'esquerra



Hipòtesi 4: Vent bufant a l'esquerra i els 2 ponts grua frenant a la dreta



Hipòtesi 5: Vent bufant a la dreta i els 2 ponts grua frenant a l'esquerra

Hipòtesi 6: Vent bufant a la dreta i els 2 ponts grua frenant a la dreta

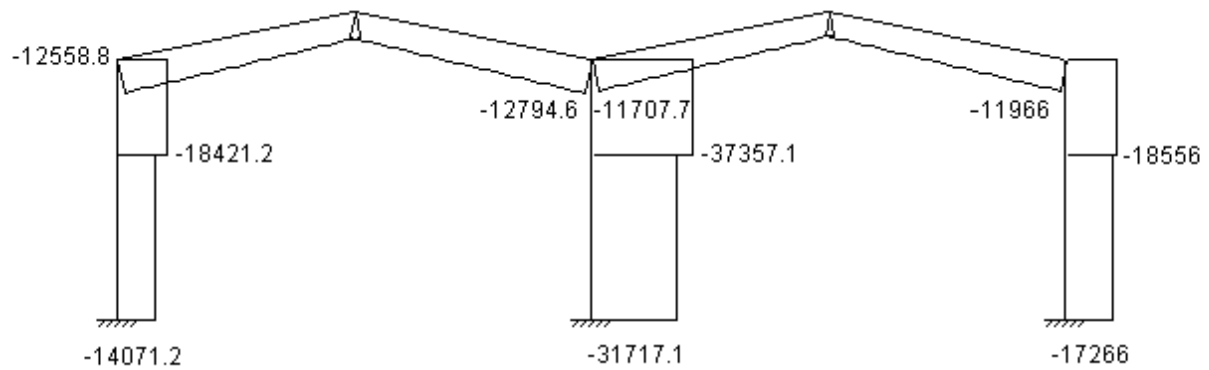


Diagrama d'Axials

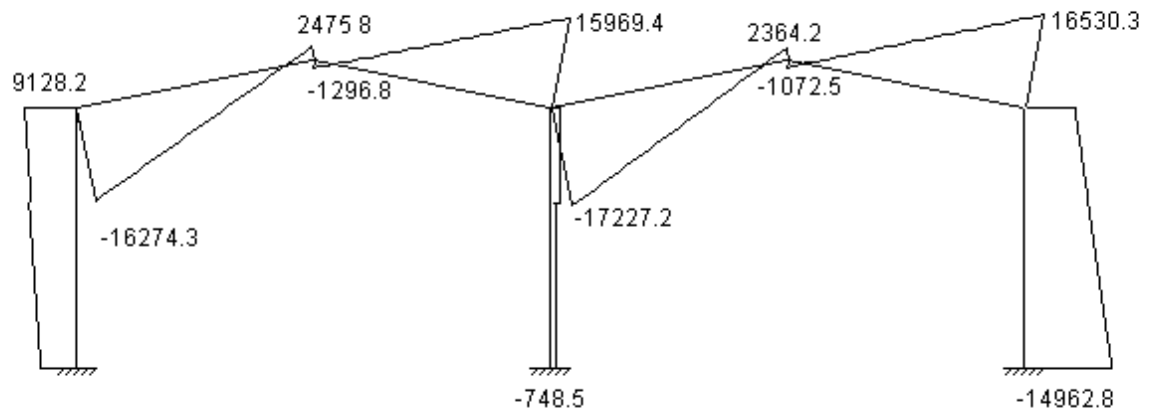


Diagrama de Tallants

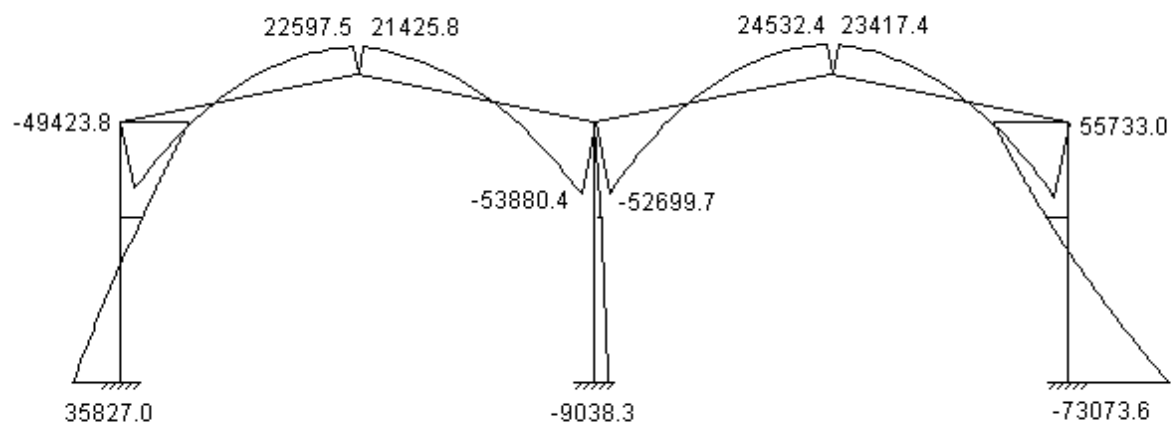


Diagrama de Moments

Càlcul de les jàsseres

Pel càlcul de les jàsseres s'ha tingut en compte que:

- Els diagrames de moments de les jàsseres presenten pics als extrems d'un valor aproximadament el doble del valor al mig, per tant, es calcularà la jàssera pel valor del moment al mig i llavors es reforçaran els extrems amb platines per poder absorbir aquests pics de moment.

Càlcul de la jàssera 1

Valors màxims de sol·licitacions:

JÀSSERA 1	Hipòtesi 1	Hipòtesi 2	Hipòtesi 3	Hipòtesi 4	Hipòtesi 5	Hipòtesi 6
Axial	- 11506,9	-11452,7	-12088,5	-12034,3	-12613,0	-12558,8
Tallant	- 14536,7	- 14604,8	- 16509,4	- 16577,4	- 16206,2	- 16274,3
Moment Centre	20105,5	20064,3	23294,6	23291,9	22658	22597,5
Moment Extrem	- 46296.6	- 46954.5	- 55654.4	- 56312.3	- 48765.9	- 49423.8

Predimensionament a flexió

Agafarem una IPN – 360

Comprovació de tensions

- Coeficient de vinclament

Coeficient de vinclament

Compleix

Comprovació pandeig lateral

Es considera anelàstic.

Compleix

No fa falta comprovar abonyegament anelàstic ni el vinclament lateral de l'ala ja que tenim un perfil laminat.

Reforços de la jàssera

En els primers 3 metres de recorregut de la biga es disposaran unes platabandes per absorbir els pics de moment que es generen a la biga.

S'uniran 2 platabandes soldades al perfil IPN-360 de la jàssera.

Dimensionament:

Coeficient de vinclament

Tensió normal màxima

Mòdul resistent necessari

Escollim ; $b = 31 \text{ cm}$

Escollim ; $b = 15,2 \text{ cm}$

Per dimensionament, als primers 3 metres de la jàssera hi disposarem d'unes platabandes de $2 \times 16,3 \text{ cm}$.

La unió de les platabandes amb el perfil serà soldada en tot l'espessor disponible.

Vinclament local de la platabanda.

b = 7,6 cm; h = 2 cm.

Compleix.

Soldadures de la platabanda.

T Esforç Canalitzat

La soldadura de la platabanda ha d'absorbir 1103 kg/cm de força

Ha de complir-se : $\sigma_{co} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8(\tau_N^2 + \tau_A^2)} \leq \sigma_U$

Agafem gola de soldadura mínima: 6 mm

La platabanda anterior, amb soldadura de gola mínima 6 mm. (espessor de 8,5 mm), es solda a topall al perfil IPN.

Càlcul de la jàssera 2

Valors màxims de sol·licitacions:

JÀSSERA 2	Hipòtesi 1	Hipòtesi 2	Hipòtesi 3	Hipòtesi 4	Hipòtesi 5	Hipòtesi 6
Axial	- 11556.1	- 11444.9	- 11828.8	- 11752.6	- 12870.8	- 12794.6
Tallant	14607.8	14565.8	17199.3	17157.4	16011.3	15969.4
Moment Centre	20025.1	20108.4	24429.3	24512.6	21354.1	21425.8
Moment Extrem	- 47021.0	- 46557.3	- 53550.7	- 52087.1	- 54334.1	- 53880.4

Predimensionament a flexió

Agafarem una IPN – 360

Comprovació de tensions

Coefficient de vinclament

Tensió Màxima

Tallant Màxim

Compleix

Comprovació pandeig lateral

Es considera anelàstic.

Compleix

- Coeficient de vinclament

Coefficient de vinclament

Reforços de la jàssera

En els últims 3 metres de recorregut, a l'enllaç amb el suport intermig, es disposaran unes platabandes per absorbir els pics de moment que es generen a la biga.

S'uniran 2 platabandes soldades al perfil IPN-360 de la jàssera.

Dimensionament:

Coeficient de vinclament

Tensió normal màxima

Mòdul resistent necessari

Escollim ; $b = 29 \text{ cm}$

Escollim ; $b = 14,1 \text{ cm}$

S'utilitzaran les mateixes platabandes d'abans, de mides $2 \times 16,3 \text{ cm}$. als últims 3 metres de la biga.

La unió de les platabandes amb el perfil serà soldada en tot l'espessor disponible.

Vinclament local de la platabanda.

$b = 7,6 \text{ cm}$; $h = 2 \text{ cm}$.

Compleix.

Soldadures de la platabanda.

Agafem gola de soldadura mínima: 6 mm

La platabanda anterior, amb soldadura de gola mínima 6 mm. (espessor de 8,5 mm), es solda a topall al perfil IPN - 360.

Càlcul de la jàssera 3

Valors màxims de sol·licitacions:

JÀSSERA 3	Hipòtesi 1	Hipòtesi 2	Hipòtesi 3	Hipòtesi 4	Hipòtesi 5	Hipòtesi 6
Axial	- 11556.1	- 11399.9	- 12916.2	- 12749.6	- 11874.2	- 11707.7
Tallant	- 14538.8	- 14635.6	- 15942.4	- 16039.1	- 17280.4	- 17227.2
Moment Centre	20004.2	20128.2	21314.0	21465.3	24411.9	24532.4
Moment Extrem	- 46416.9	- 47170.0	- 53740.0	- 54493.0	- 51946.6	- 52699.7

Predimensionament a flexió

Agafarem una IPN - 360

Comprovació de tensions

Coeficient de vinclament

Tensió Màxima

Tallant Màxim

Compleix

Comprovació pandeig lateral

Es considera anelàstic.

Compleix

Reforços de la jàssera

En els últims 3 metres de recorregut s'utilitzen les mateixes platabandes anteriors, de 2 x 16,3 cm.

Soldadures de la platabanda.

Agafem gola de soldadura mínima: 6 mm

La platabanda anterior, amb soldadura de gola mínima 6 mm. (espessor de 8,5 mm), es solda a topall al perfil IPN – 360.

Càlcul de la jàssera 4

Valors màxims de sol·licitacions:

JÀSSERA 4	Hipòtesi 1	Hipòtesi 2	Hipòtesi 3	Hipòtesi 4	Hipòtesi 5	Hipòtesi 6
Axial	- 11575.3	- 11384.4	- 12681.4	- 12490.5	- 12157.1	- 11966.3
Tallant	14582.9	14557.6	16252.4	16227.1	16555.5	16530.3
Moment Centre	19954.3	20216.5	22493.7	22763.0	23169.5	23417.4
Moment Extrem	46866.3	46375.2	49335.5	48444.4	56224.1	55733.0

Predimensionament a flexió

Agafarem una IPN – 360

Comprovació de tensions

Coeficient de vinclament

Tensió Màxima

Tallant Màxim

Compleix

Comprovació pandeig lateral

Es considera anelàstic.

Compleix

Reforços de la jàssera

En els últims 3 metres de recorregut s'utilitzen les mateixes platabandes anteriors, de 2 x 16,3 cm.

Soldadures de la platabanda.

Agafem gola de soldadura mínima: 6 mm

La platabanda anterior, amb soldadura de gola mínima 6 mm. (espessor de 8,5 mm), es solda a topall al perfil IPN – 360.

Càlcul dels pilars

Pel càlcul dels pilars s'ha tingut en compte que:

- Els pilars extrems presenten pics de moment molt importants en l'encaix del pilar en el fonament però la seva força de compressió no és considerable.
- El pilar del mig té els moments molt petits però presenta un esforç de compressió molt important pel que caldrà establir algun mecanisme per evitar el vinclament.

Càlcul del pilar 1

Valors màxims de sol·licitacions:

PILAR 1	Hipòtesi 1	Hipòtesi 2	Hipòtesi 3	Hipòtesi 4	Hipòtesi 5	Hipòtesi 6
Axial Superior	– 16511	– 16567.2	– 18559.5	– 18515.6	– 18365.1	– 18421.2
Axial Inferior	– 12161	– 12217.2	– 14209.5	– 14265.6	– 14015.1	– 14071.2
Tallant	8432.5	8801	14781.5	15584.5	9189.7	9128.2
Moment Centre	– 46296.6	– 46954.5	– 55654.4	– 56312.3	– 48765.9	– 49423.8
Moment Extrem	43416.2	48116.9	72376.7	77077.4	31126.3	35827.0

Predimensionament a flexió

Agafarem una HEB – 450

Comprovació de tensions

- Coeficient de vinclament

Coeficient de vinclament

Massa gran!

Com el coeficient de vinclament ens dóna molt gran s'ha pensat en la solució de fer un pilar compost amb 4 perfils L10.8 formant un quadrat. Per absorbir els moments necessitem una inèrcia de 50.000 cm⁴

Establiment del perfil

La inèrcia de 4 perfils L100.8 separades x distància respecte l'eix de simetria és:

Per tant, separarem les barres L uns 25 cm i obtenim una inèrcia de: 32.800 cm⁴

Coefficient Beta

Coefficient de Vinclament

Verificació de tensions

> 2600 No compleix.

Establiment del perfil

La inèrcia de 4 perfils L120.10 separades x distància respecte l'eix de simetria és:

Per tant, separarem les barres L uns 25 cm i obtenim una inèrcia de: 47.800 cm⁴

Coefficient Beta

Coefficient de Vinclament

Verificació de tensions

<2600 **Compleix**.

Dimensionament de les pressilles

Les presilles es posaran cada , o sigui cada metre.

Kg

Les pressilles es dimensionen com a elements rectangulars sotmesos a flexo-tallant

Pressilla a flexio – torsió.

Agafant un espessor de 3 cm:

< 2600 **Compleix**

No l'agafem més petit per evitar problemes locals de vinclament.

Càlcul del pilar intermig

El pilar intermig sofreix un axial molt fort pel que es farà pel mateix sistema que els altres 2, un pilar amb 4 bigues L enllaçades amb pressilles.

Com que el moment és molt dèbil, es pot fer el pilar més petit que els altres.

PILAR MIG	Hipòtesi 1	Hipòtesi 2	Hipòtesi 3	Hipòtesi 4	Hipòtesi 5	Hipòtesi 6
Axial Superior				- 37537.6		
Axial Inferior						

Tallant
Moment Extrem

	-14713,7	
--	----------	--

Establiment del perfil

Separarem les barres L del pilar uns 20 cm, les L seran 80.8, la inèrcia és: 16000 cm²

Coefficient Beta

Coefficient de Vinclament

Verificació de tensions

<2600 **Compleix**.

S'utilitza un gruix de pressilla de 3 cm, anàlogament als altres pilars.**Recàlcul dels diagrames amb els perfils establerts**

Al fer el recàlcul dels perfils se'ns modifica una mica els moments

Jàsseres

- El moment màxim és -57224,0 enfront els -56336,0 d'abans, de tota manera, les platabandes de reforç aguanten aquest petit increment de moment ja que han estat reforçades.
- El moment al centre màxim és de 25279,9, enfront els 24532 d'abans, de tota manera, el perfil IPN-360 aguanta bastant més.
- L'axial màxim ara es de -12,121 enfront els -12,613 de compressió anteriors.

Comprovació nova de tensions en el centre:

< 2600 **Compleix**

Nova verificació de les platabandes: (h = 2 cm, b = 16.3 cm)

Tensió normal màxima

Mòdul resistent necessari

> 1178 **Compleix**

Per tant, en el recàlcul no cal modificar les jásseres.

Pilars

- En el pilar central l'axial màxim és ara -37682 i el moment màxim -8768. El moment s'ha reduït considerablement, cosa que fa que el pilar que hi tenim compleixi perfectament. Les pressilles
- En els pilars extrems el moment màxim s'ha reduït de 77077 a 71373, per la qual cosa no fa falta verificar-los de nou, l'esforç es menor, ja compleixen.

Elements a col·locar

Jàsseres: IPN - 360

Platabandes: Reforços en els extrems contigus a pilars de 16.3 d'ample x 2 d'alçada.

Soldadura Platabandes: Soldades amb gola de 6 mm, en tota la longitud.

Pilars extrems: 4 L120.10 muntats amb pressilles.

Separació: 25 cm des del c.d.g. de la secció al c.d.g. del pilar compost.

Pressilles extrems: Totes les pressilles seran de 3 cm de gruix per 46 cm d'ample

Pilar interior: 4 L80.8 muntat amb pressilles.

Separació: 20 cm des del c.d.g. de la secció al c.d.g. del pilar compost.

Pressilles extrems: Totes les pressilles seran de 3 cm de gruix per 36 cm d'ample

Unió Soldada espacial sense cartel·les

Els elements a soldar són:

Jàssera: IPN – 360

Pilar: HEB–450

L'esquema en 3D de la unió soldada a realitzar és:

Es tracta d'una biga de perfil HEB–450 rígidament empotrat amb una IPN–360. Aquesta unió està sol·licitada a tres esforços diferents: tallant (V), moment (M) i axial (N).

Esforços i tipus de biga a unir.

Les sol·licitacions actuant a la biga són:

$$V_y^* = 26250 \text{ kg}$$

$$N^* = 30000 \text{ kg}$$

$$M_y^* = 24500 \text{ kg.m}$$

Limitacions i dimensions de gola.

Espessor de la IPN–360: 13 mm

Espessor d'ala de la HEB–450 26 mm

Espessor d'ànima de la HEB–450 14 mm

L'espessor dels elements a unir és de 13 mm, per tant la gola estarà compresa entre $4,5 < a < 9$ mm.

L'espessor dels elements a unir de 26 mm, la gola està compresa entre $7 < a < 18$ mm, per tant, per totes les soldadures agafem una gola mínima de 7 mm, el que significa un espessor de soldadura de 1 cm.

La longitud eficaç d'una soldadura lateral en la unió d'una barra d'amplada b que trasmet un axial estarà compresa entre els següents valors:

- Valor mínim $l \geq b \geq 36 \text{ cm}$
- Valor màxim $l \leq 60a \leq 42 \text{ cm}$

Les dimensions de les soldadures quedaran:

Obtenció del centre de gravetat de les soldadures

El centre de gravetat s'obté de la següent manera, establint el 0 a l'inici de la soldadura A inferior.

Soldadura	Amplada	Alçada	Area	Núm.	Ycdg	A*ycdg
Ainf	14.3	0,7	10.01	1	0.35	3.505
Binf	5.8	0,7	4.06	2	2.025	8.221
C	0,7	32.1	19.83	2	19	376.77
Bsup	5.8	0,7	4.06	2	35.975	146.06
D (reduïda)	10.5	0,7	7.35	2	36.663	269.47
Asup	14.3	0,7	10.01	1	37.35	373.87
Centre de gravetat			55.32		21.293	1177.93

Càlcul del moment d'inèrcia de les soldadures

Inèrcia en Y

Inèrcia en X

- Càlcul a tracció, força que aguanta cada soldadura (Ap. 3.6.2. EA-95)

" $F_{\max} = 193605 \text{ kg} > 30000 \text{ kg}$ Compleix a tracció

Repartiment de forces a tracció

- Càlcul a tallant, força que aguanta cada soldadura (Ap. 3.6.2. EA-95)

Es considera que només absorbeix tallant la soldadura C, les altres, a l'estar situades a les parts extremes de la biga, la tensió tallant a la es veuen sotmeses és irrisòria.

La força que absorbeix cada soldadura C és de cada soldadura

Càlcul de les tensions (n , t_n , t_a) per cada soldadura.

* = tensió normal ponderada, referida al pla de la gola

N^* = tensió tangencial ponderada, normal a l'aresta, referida al pla de la gola

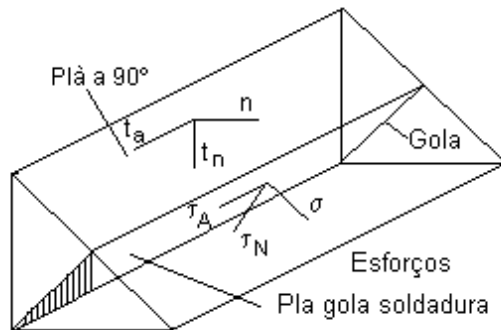
A^* = tensió tangencial ponderada, paral·lela a l'aresta, referida al pla de la gola

$$n = \frac{\sqrt{2}}{2}(\sigma + \tau_N)$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{2}}{2}(n + t_N)$$

$$\tau_N = \frac{\sqrt{2}}{2}(n - t_N)$$

$$t_A = \tau_A$$



Soldadura A inferior

Soldadura A superior

Soldadures D

Soldadures B inferiors

Soldadures B superiors

Soldadures C

No fa falta verificar les tensions de comparació, les tensions són superiors a 2600 kg/cm², per tant, no aguanten a flexió, s'hauria de soldar la biga amb una cartel·la ja que encara que augmentem la garganta de la soldadura, no ens compleix, la unió espacial no és vàlida per aquests 2 perfils i sol·licitacions en concret.

De tota manera, per acabar l'exercisi calcularem les tensions de comparació

Soldadura A inferior

> 2600 **No compleix**

Soldadura A superior

> 2600 **No compleix**

Soldadures D

> 2600 **No compleix**

Soldadures B inferiors

> 2600 **No compleix**

Soldadura B superiors

> 2600 **No compleix**

Soldadures C

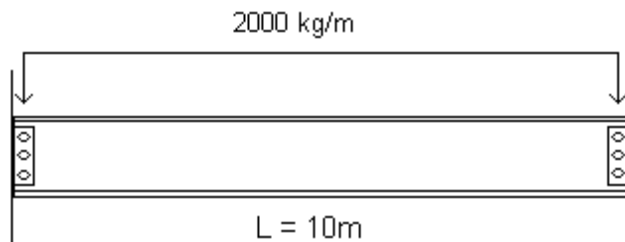
> 2600 **No compleix**

Com es pot veure, cap de les soldadures aguanta els esforços a flexió, per tant, si es volen soldar els perfils, s'hauria d'emprar una cartel·la enlloc de fer la soldadura espacial.

Unió Cargolada

- *Esquema de la unió a calcular.*

Es tracta d'una biga semiempotrada, amb una càrrega uniforme de 1000 kg per metre lineal i una longitud entre pilars de 10 metres:



- *Càlcul dels esforços i tipus de biga a unir.*

El moment màxim que soporta la biga és de:

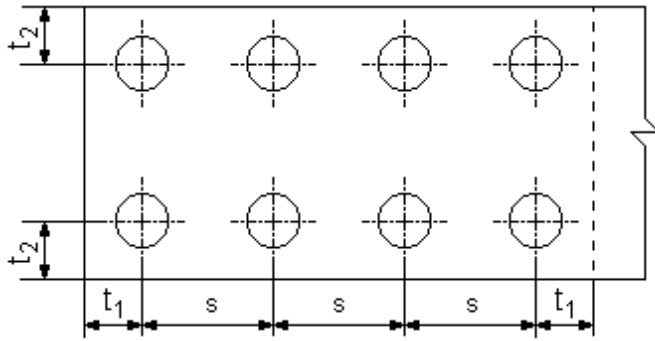
Per aquest moment el mòdul resistent a la flexió necessari és:

Utilitzem una IPN – 360

- *Hipòtesi dels cargols a utilitzar.*

Per les condicions de la unió a realitzar utilitzarem cargols calibrats d'acer A42, de qualitat 5.6, la unió serà a base de 8 cargols distribuïts uniformement,

Per tant, emprarem cargols M8 pel dimensionament



- les distàncies s entre centres de forats de diàmetre a , que uneixin peces, l'espessor mínim de les quals és e , compliran les restriccions següents:

Valor mínim: $s \geq 3,5 \text{ ROSCA} = 28 \text{ mm}$

Valor màxim: $s \leq 8 \text{ ROSCA} = 64 \text{ mm}$, escollim $s = 50 \text{ mm}$

- les distàncies t entre centres de forats i els bordes compliràn el següent:

Valor mínim – borde frontal $t_1 \geq 2 \text{ ROSCA} = 16 \text{ mm}$, s'escull $t_1 = 20 \text{ mm}$

– borde lateral $t_2 \geq 1,5 \text{ ROSCA} = 12 \text{ mm}$, s'escull $t_2 = 20 \text{ mm}$

Valor màxim a qualsevol borde $t_1, t_2 \leq 3 \text{ ROSCA} = 24 \text{ mm}$

Comprovació de l'ànima del perfil a tallant

< 2600 **Compleix**

• Comprovació dels cargols a tallant

Per no tenir esgotament del cargol a tallant, la sol·licitació no pot passar aquest valor:

- Cargols Calibrats kg

On n és el nº seccions transversals que aguanten el tallant (Agafi's $n = 2$)

Cadascun dels cargols aguanta: < 1848 **Compleix**

• Comprovació dels cargols a aplastament

La força d'aplastament d'un cargol no pot excedir:

- Cargols calibrats Kg

Pel cas de l'ànima de la IPN-360, ens aguanta 7500 Kg, per tant

7500 kg > 2500 Kg **Compleix**

• Comprobació a tallant de l'angular.

Cada angula a banda i banda aguanta 10000 kg.

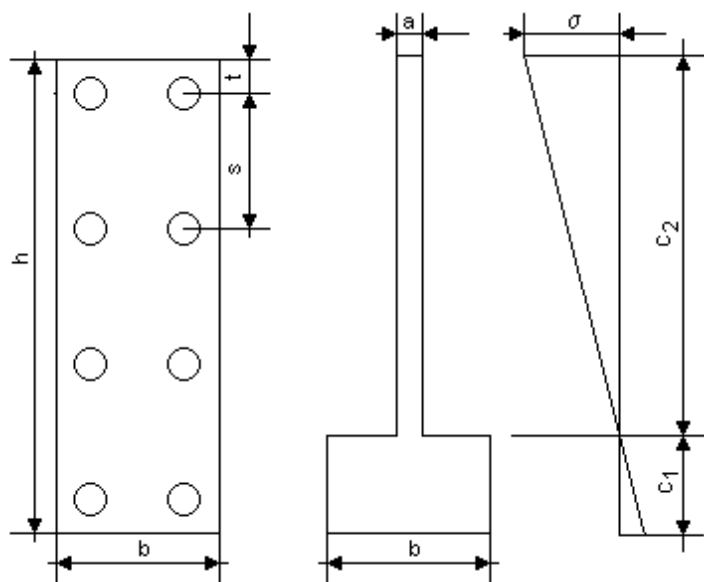
El tallant màxim és:

Aïllant el gruix per aguantar el tallant màxim es verifica que, com a mínim, hem de posar una xapa de 2 mm, de totes maneres, la xapa que es disposarà és de 5 mm per més seguretat.

• **Càlcul de l'esforç a flexió dels cargols de la biga.**

L'amplada de l'angular es troba considerant que hi ha d'haver 2 bandes de 20 mm + la distància entre centres dels forats, que la considerem de 50 mm, per tant l'amplada de l'angular és 90 mm.

L'altura de l'angular és $3 * 50 + 2 * 20 = 19$ cm.



El centre de gravetat de la pila de cargols

La inèrcia de l'àrea equivalent serà

cm⁴

Segons la fórmula de Navier la tensió màxima és:

kg/cm²

L'esforç a tallant dels cargols de la biga es de kg/cm²

Comparació amb la tensió de comparació:

No compleix

Si es posen cargols 8M10, llavors la tensió de comparació és:

El centre de gravetat de la pila de cargols

La inèrcia de l'àrea equivalent serà

cm⁴

Segons la fórmula de Navier la tensió màxima és:

kg/cm²

L'esforç a tallant dels cargols de la biga es de kg/cm²

Comparació amb la tensió de comparació:

Compleix

Els cargols, per tant, enlloc de ser M8, seran M10 i la disposició serà: 8M10

Essent:

$T_2 = T_1 = 20 \text{ mm}$

$S = 50 \text{ mm}$

El gruix de l'angular serà de 5 mm.

L'amplada de l'angular serà de 90 mm i l'altura de 190 mm.

1

30