

# DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURA PARA UN HANGAR EN MADERA LAMINADA GL24h

Jonnathan Aguirre | Natalia Vélez

Profesor: Jorge Blasco

Mayo 2020



# Contenidos

Propuesta Arquitectónica

Estructura

Acciones y combinaciones de carga

Justificación de Cálculos Dlubal - RFEM

Justificación de Cálculos Manuales

Pesos y Presupuesto

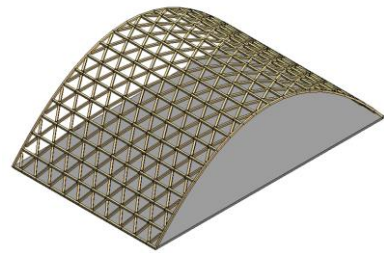
Puesta en Obra

Conclusiones

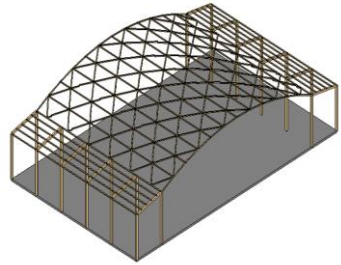
# Propuesta Arquitectónica

## Justificación:

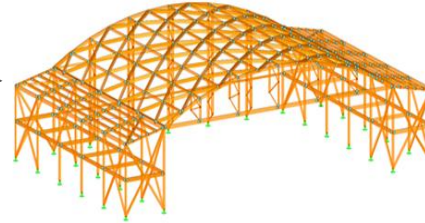
Tomamos como inspiración las obras de Shigeru ban y el sistema zollinger.



Propuesta Inicial

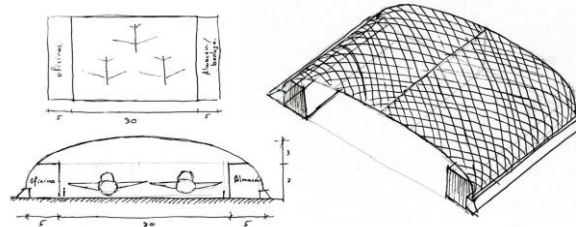


Propuesta Predimensionado



Propuesta Final

Boceto de propuesta original



## Justificación:

inicialmente habíamos considerado un hangar en forma de paraboloides, pero en función de calcular el predimensionamiento de elementos verticales y horizontales además del arco, se optó por modificar la tipología formal de nuestro hangar.

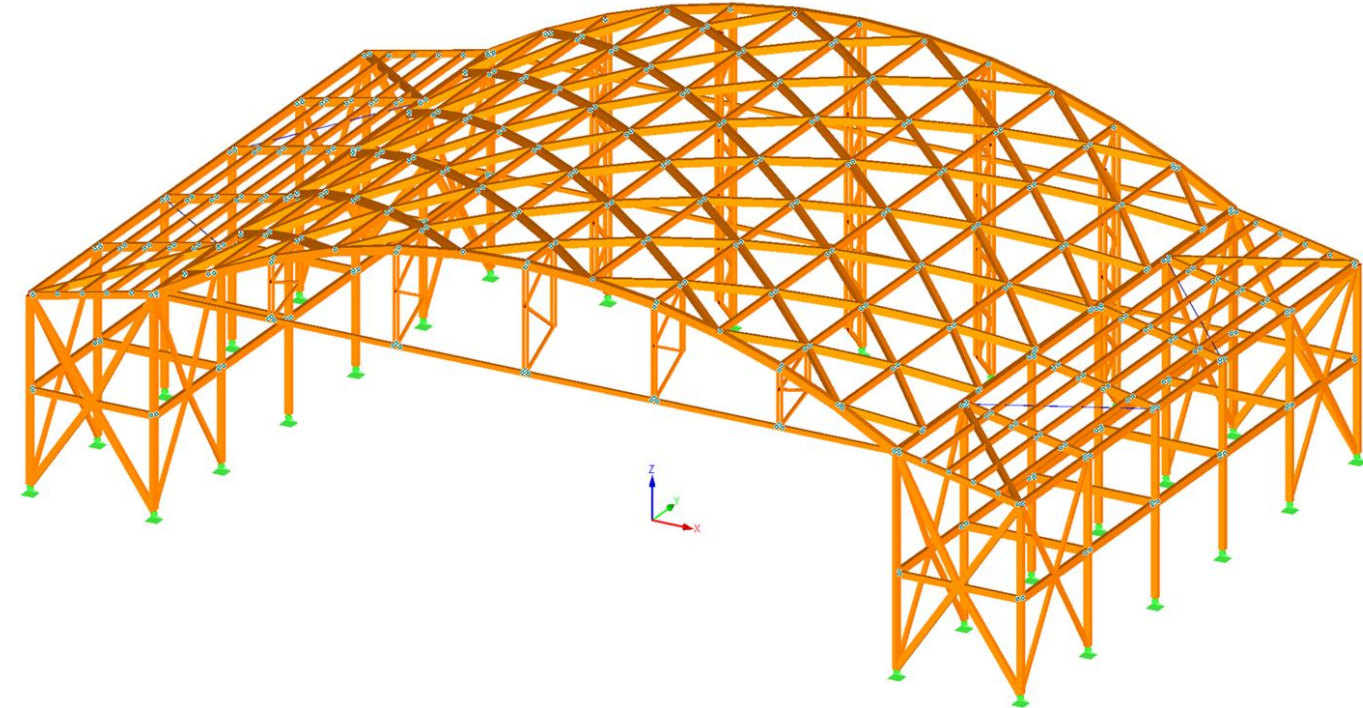
# Propuesta Arquitectónica



Se plantea un hangar en el aeropuerto de Barcelona para albergar 3 aviones LearJet 35.

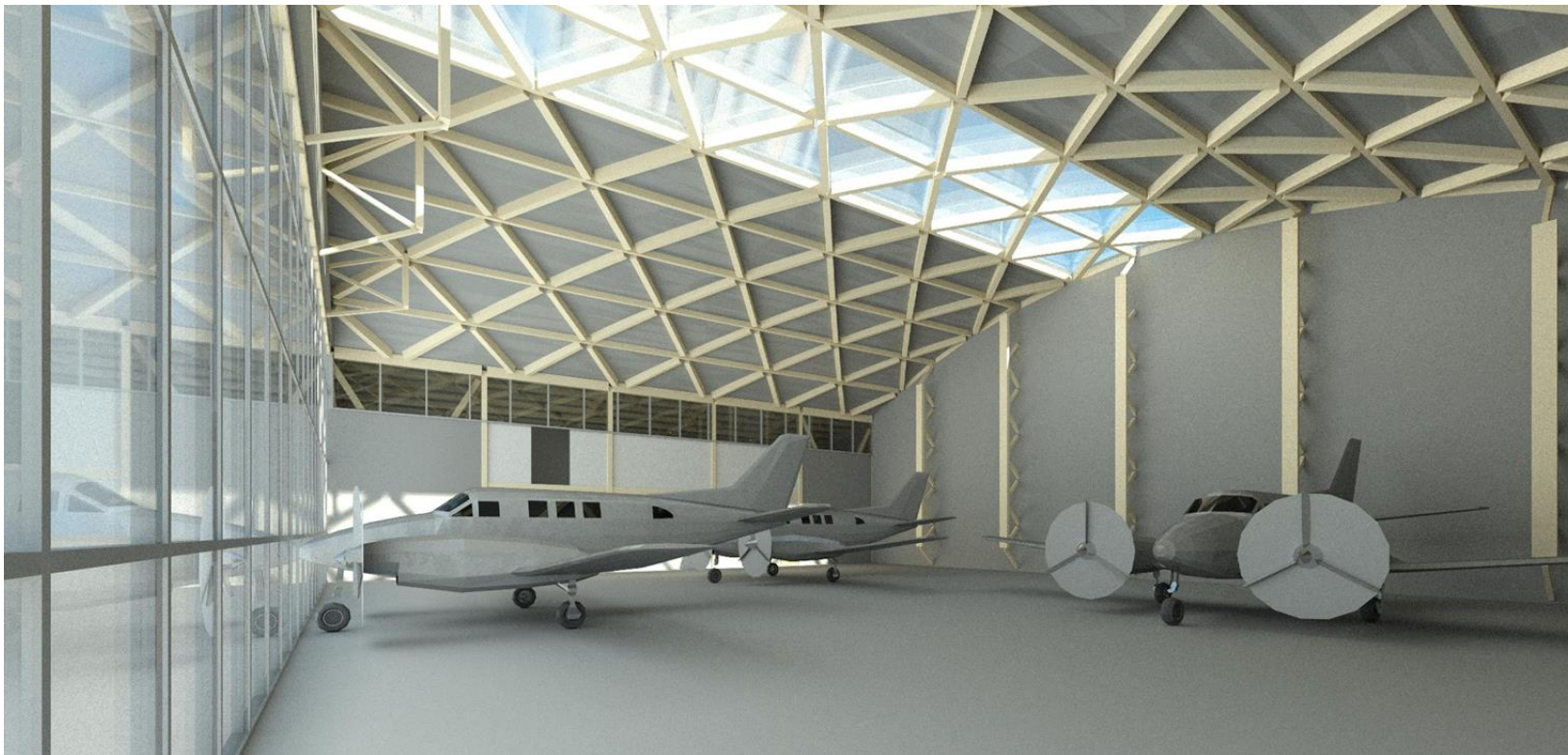
El hangar tiene una luz libre de 30x25m y una altura libre de 8 m.

Adicionalmente cuenta con un espacio de oficinas, espacio de juntas, espacio de reposo y baños.



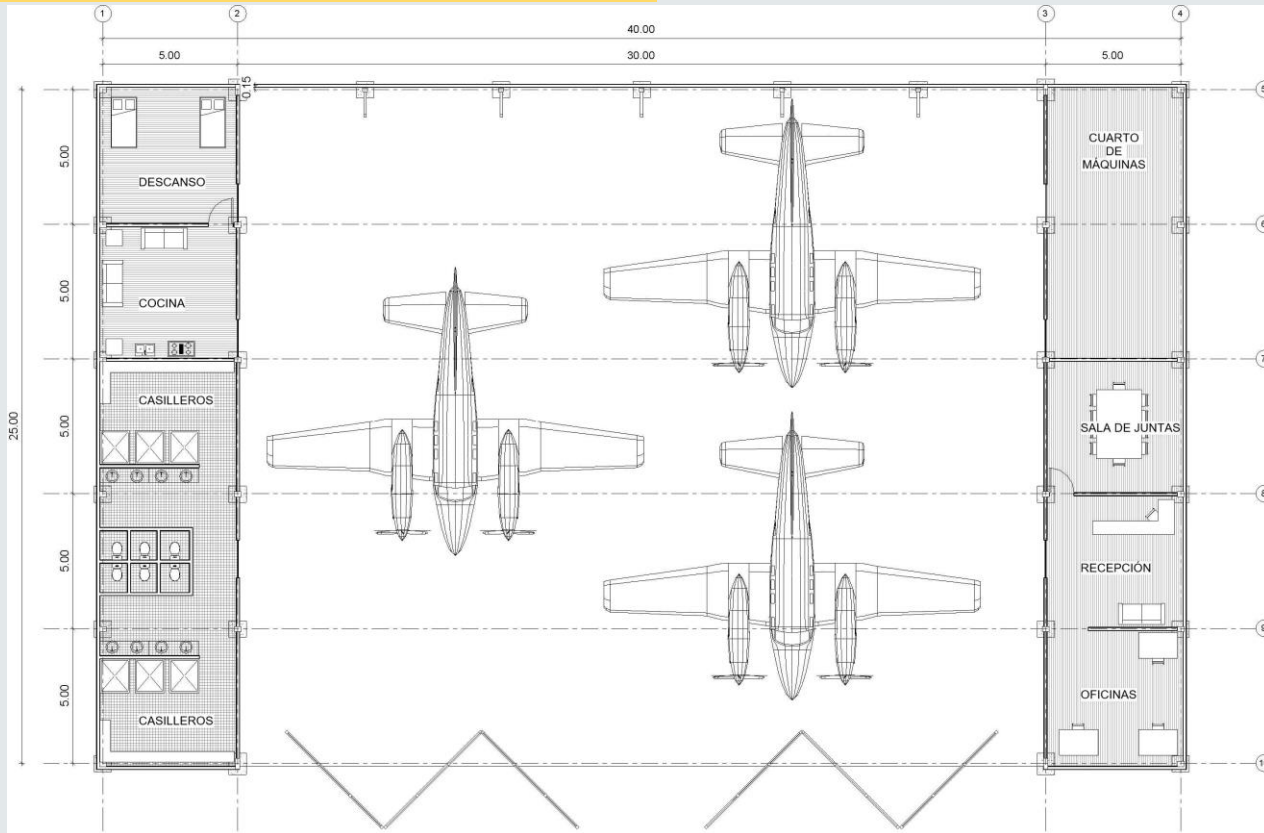


# Propuesta Arquitectónica



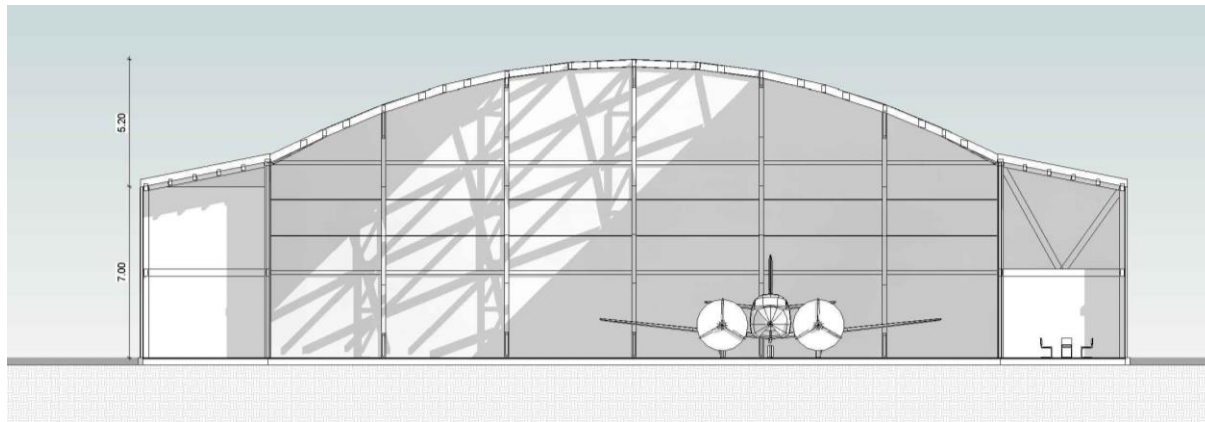
VISTA INTERIOR

# Propuesta Arquitectónica

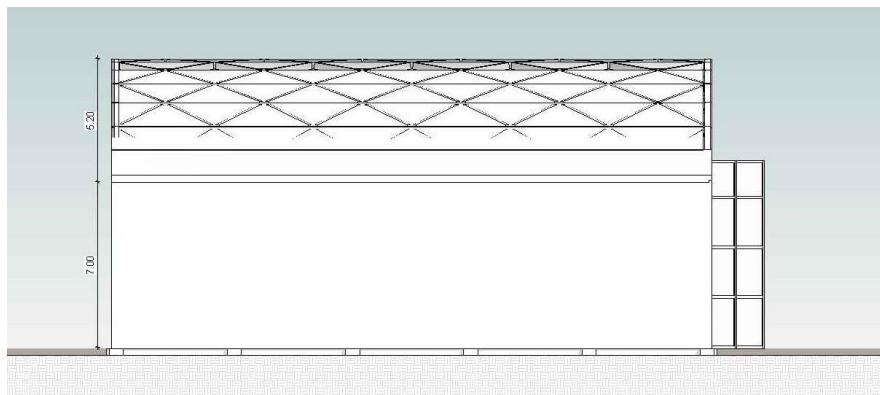


PLANTA

# Propuesta Arquitectónica

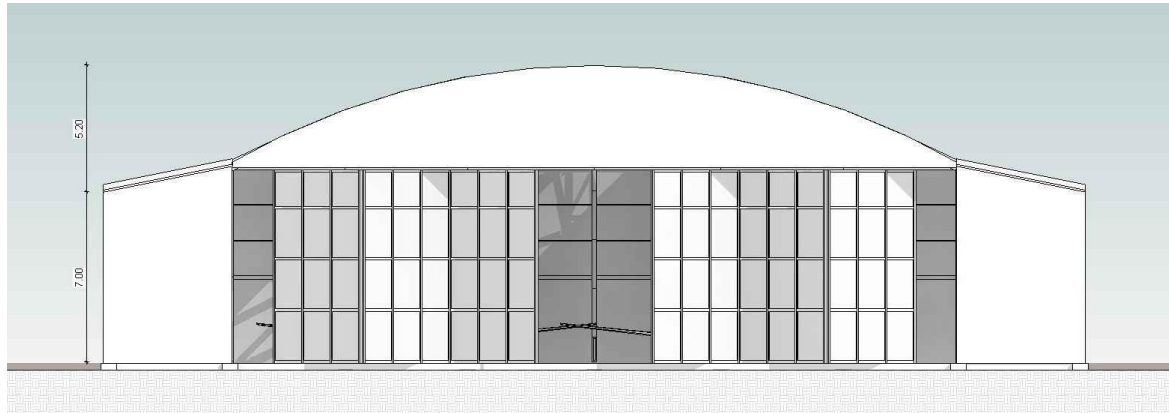


SECCIÓN

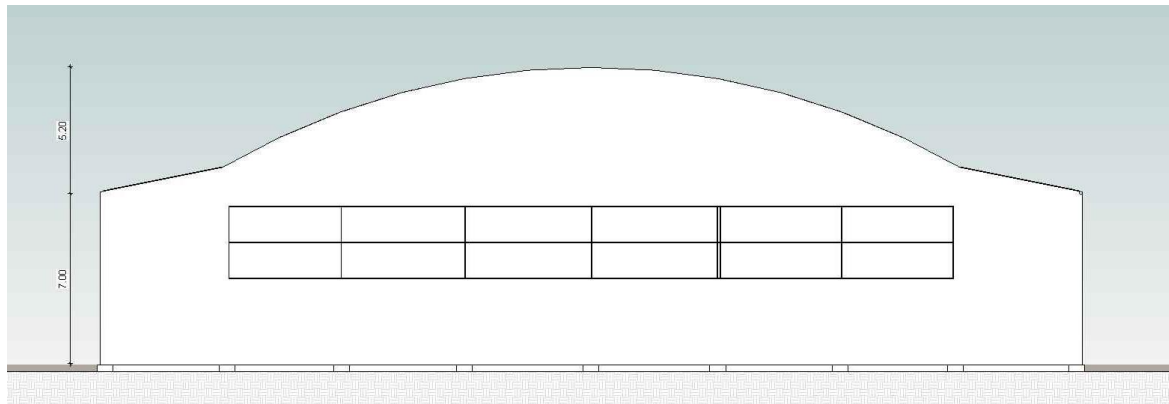


ELEVACIÓN LATERAL

# Propuesta Arquitectónica



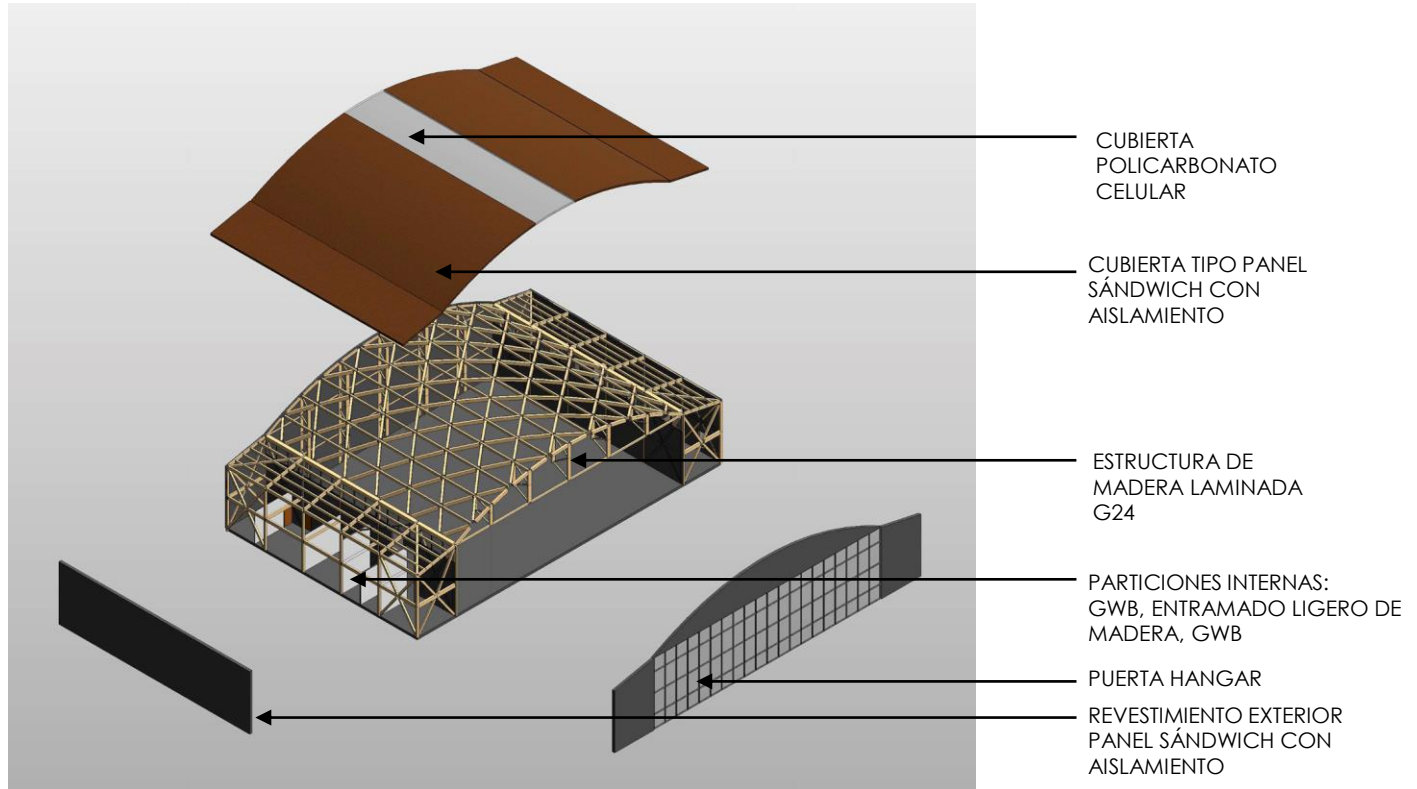
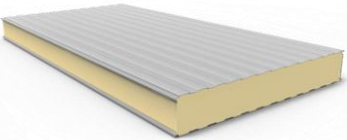
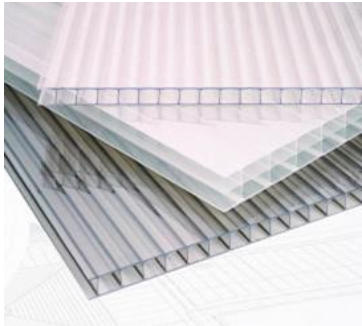
ELEVACIÓN FRONTAL



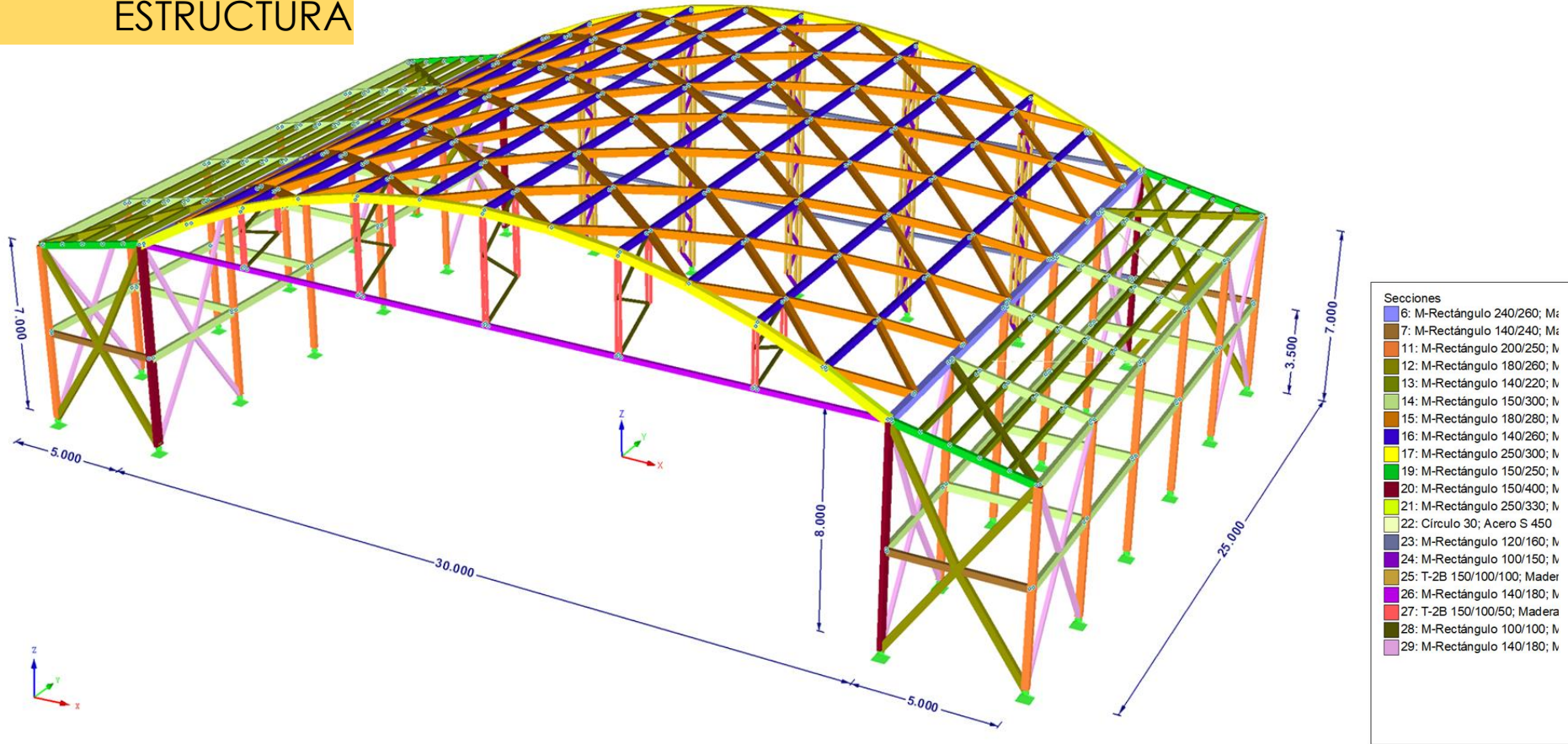
ELEVACIÓN POSTERIOR



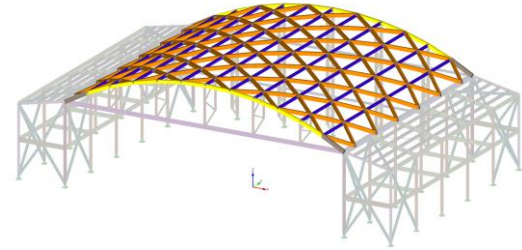
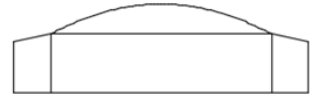
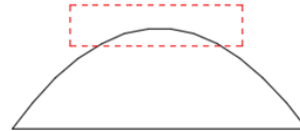
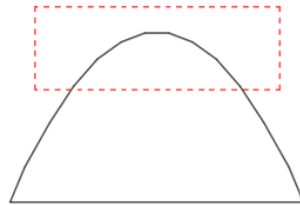
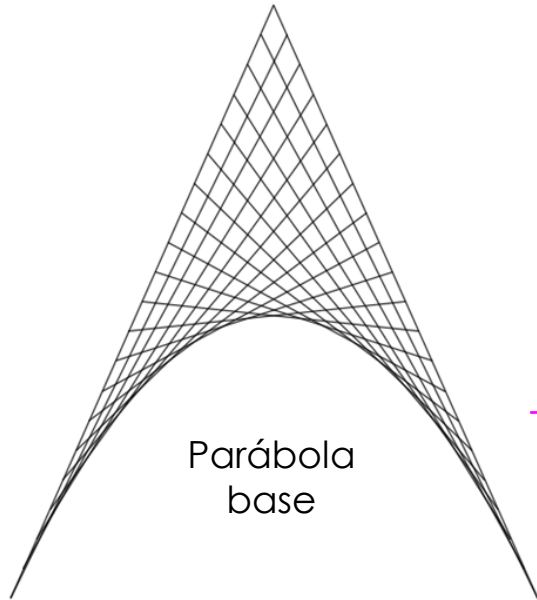
# Propuesta Arquitectónica



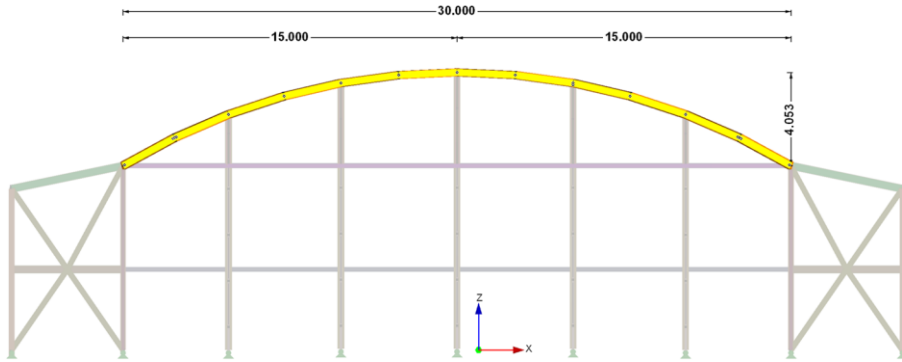
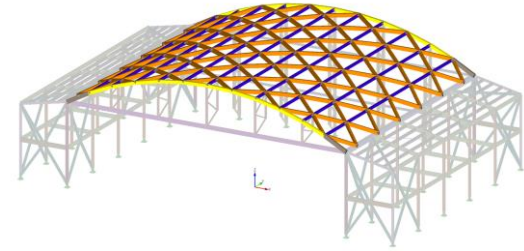
# ESTRUCTURA



# Arco - Construcción geométrica

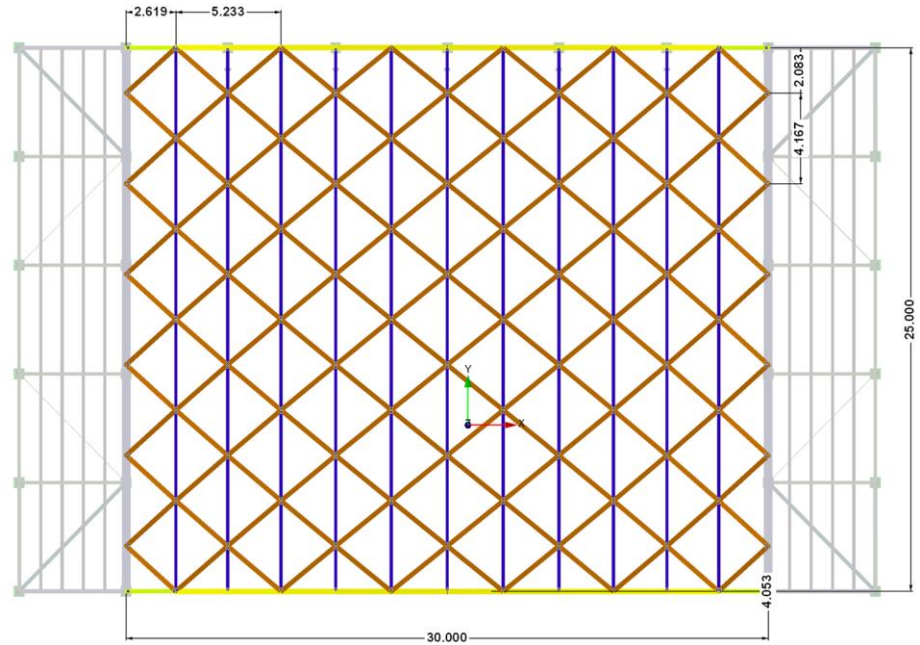


# Arco - Composición



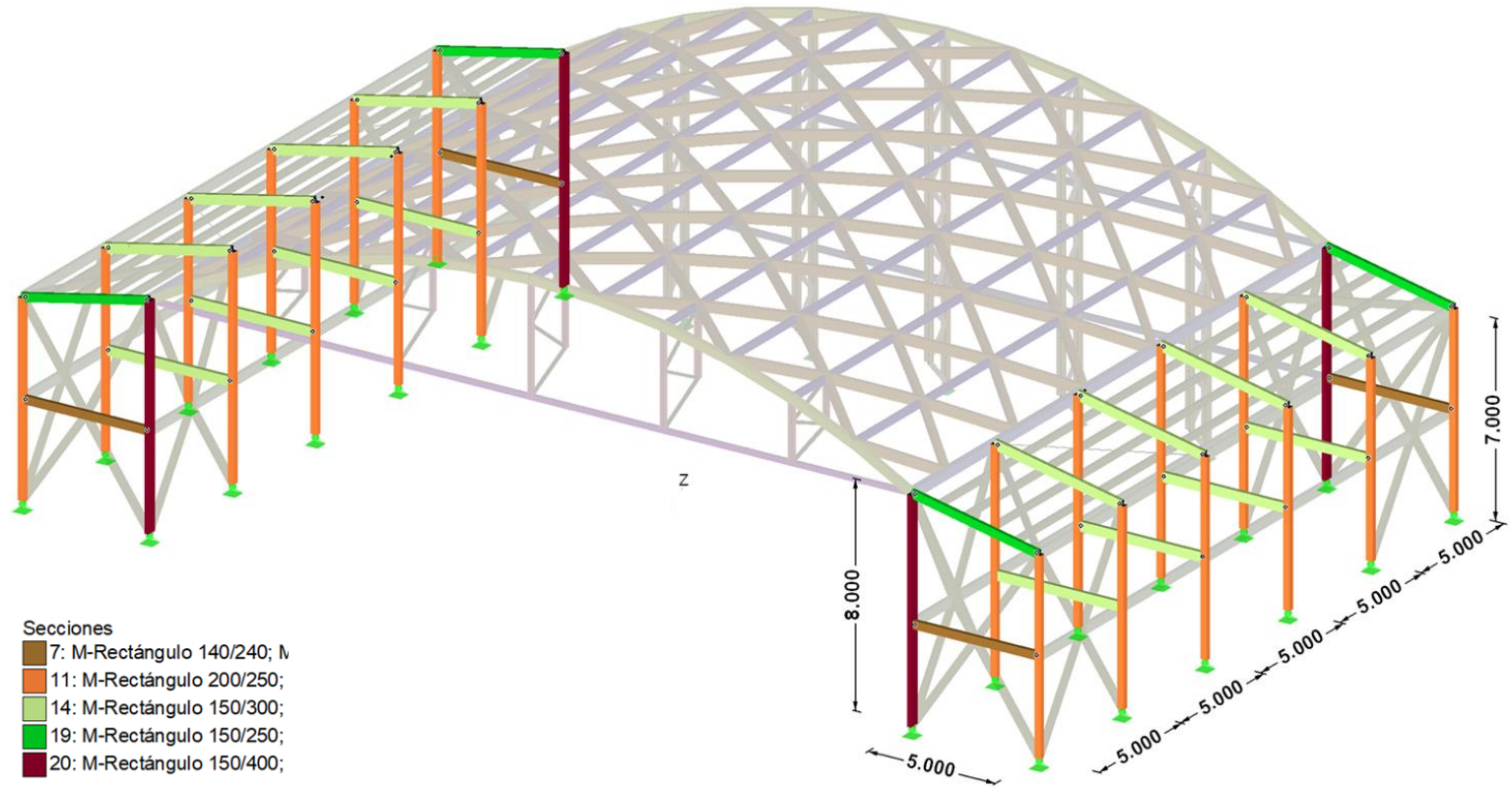
## Secciones

- 15: M-Rectángulo 220/350;
- 16: M-Rectángulo 150/250;
- 17: M-Rectángulo 250/300;
- 21: M-Rectángulo 200/300;

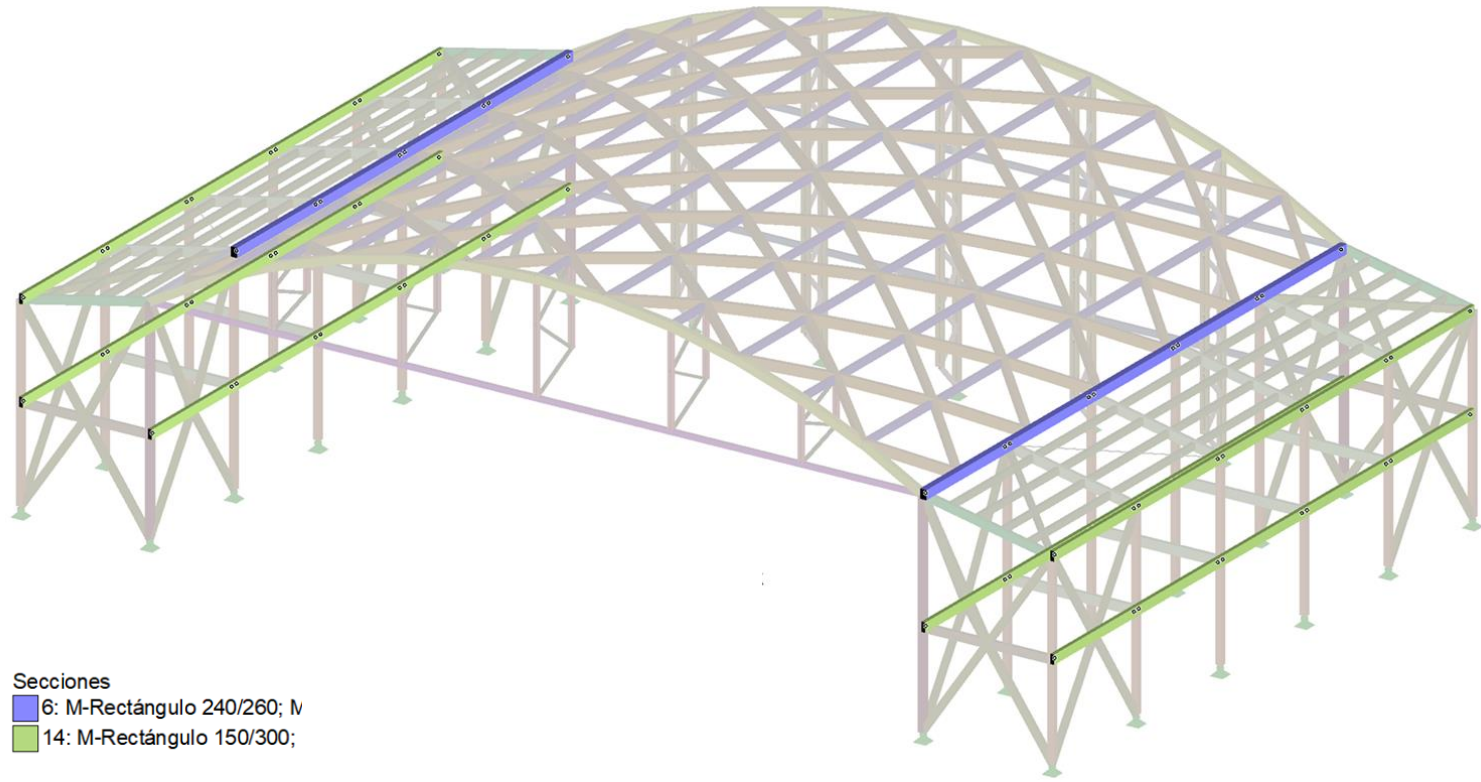




# Pórticos - Composición



# Vigas longitudinales - Composición

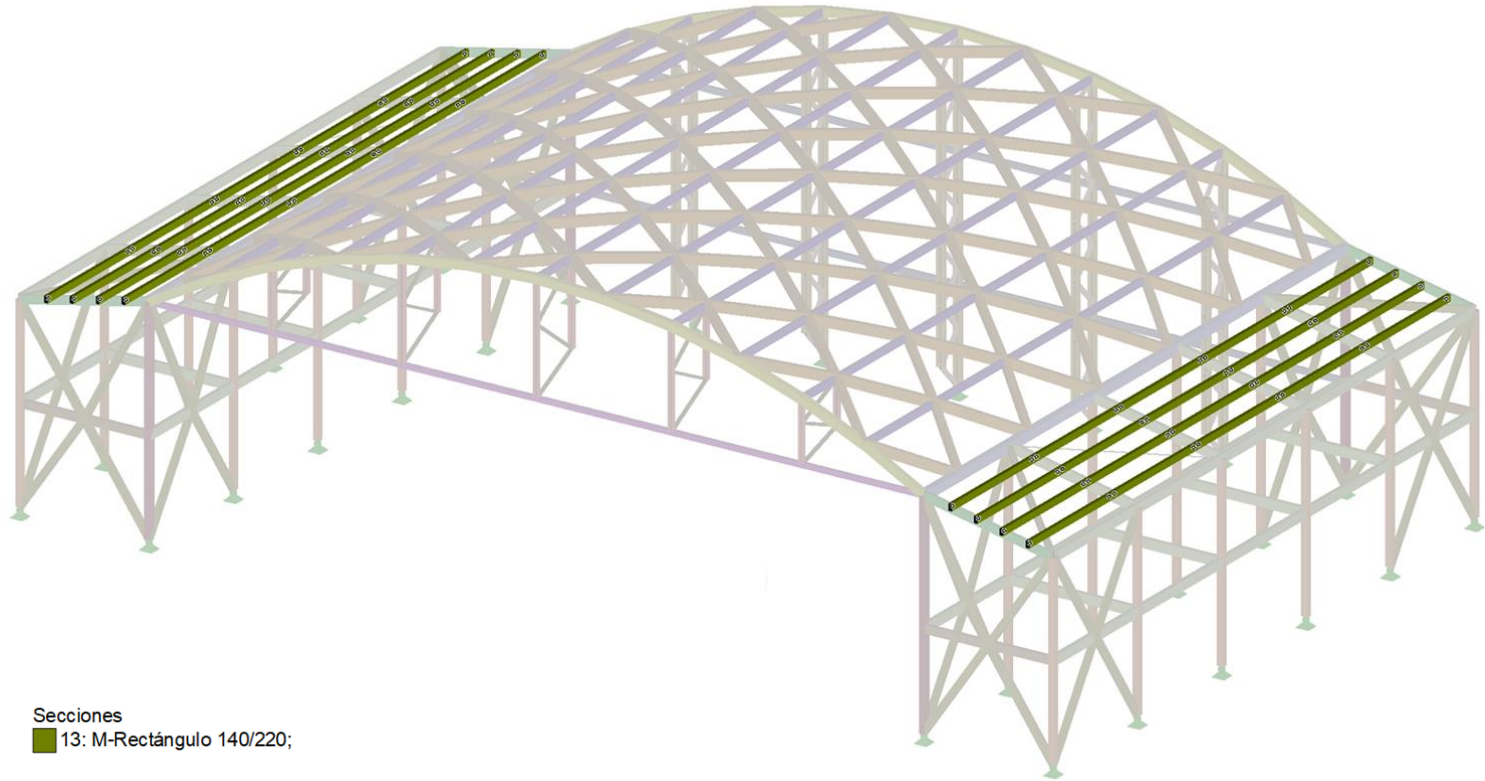


Secciones

6: M-Rectángulo 240/260; IV

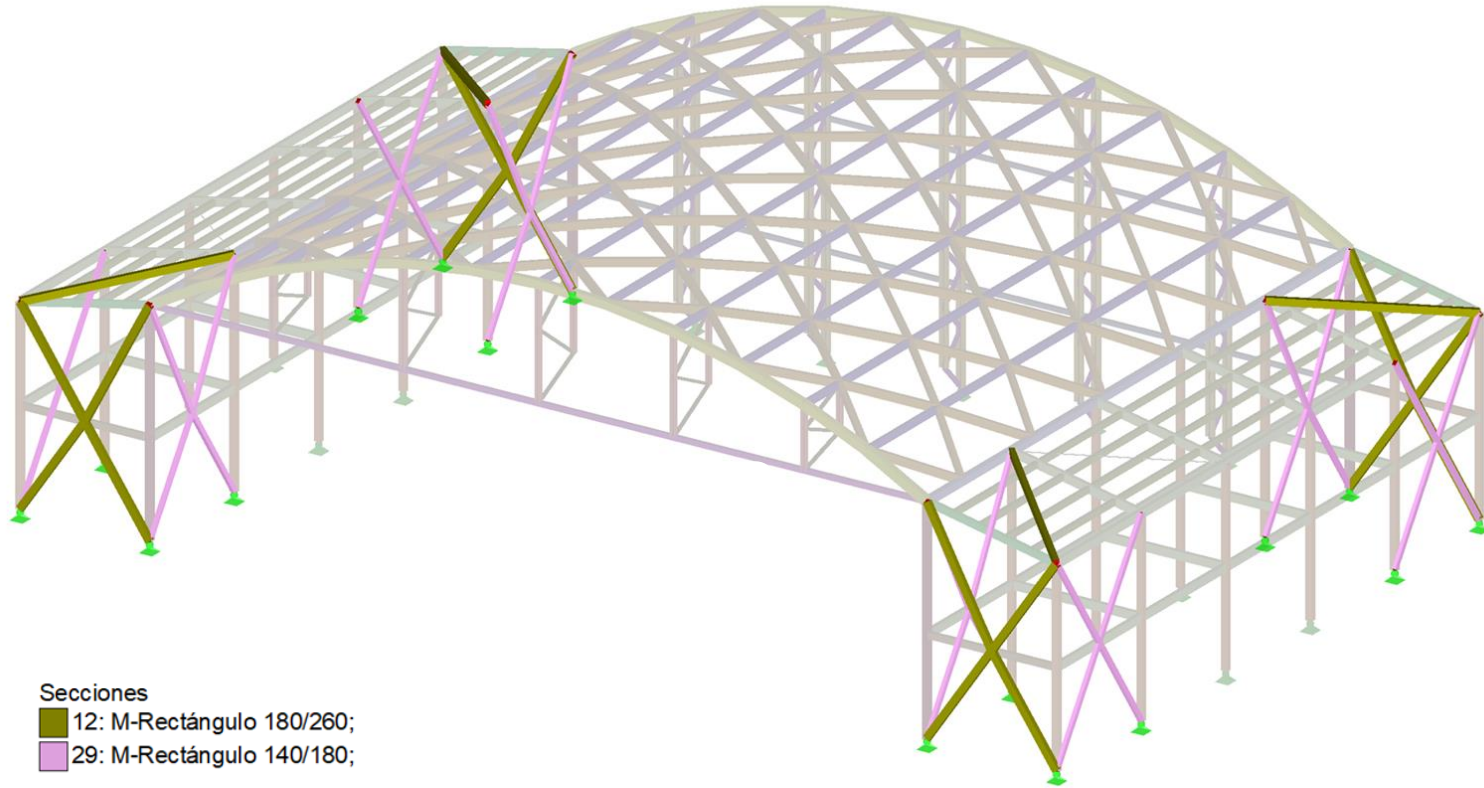
14: M-Rectángulo 150/300;

# Correas - Composición



Secciones  
■ 13: M-Rectángulo 140/220;

# Arriostramientos - Composición



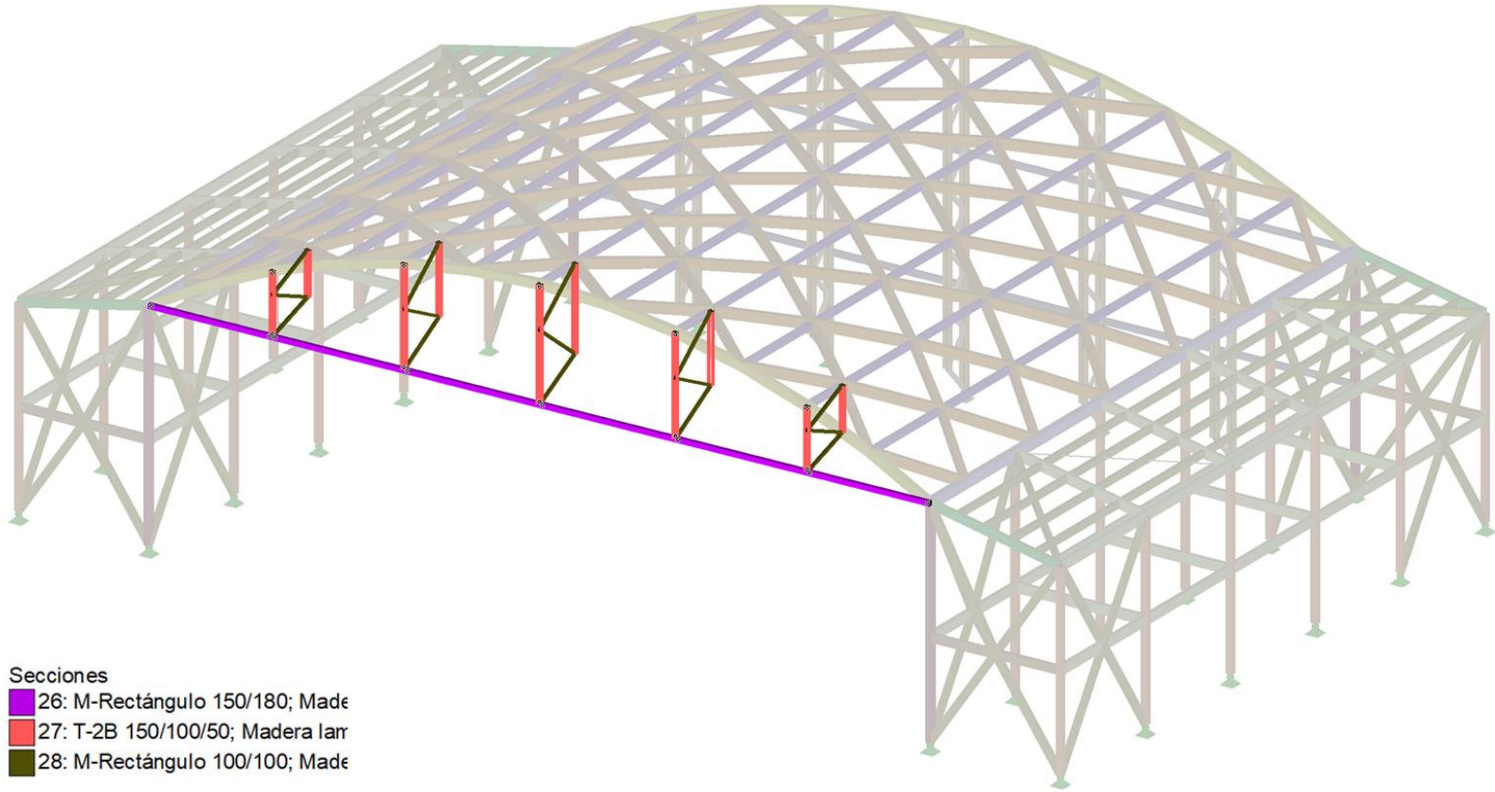
## Secciones

12: M-Rectángulo 180/260;

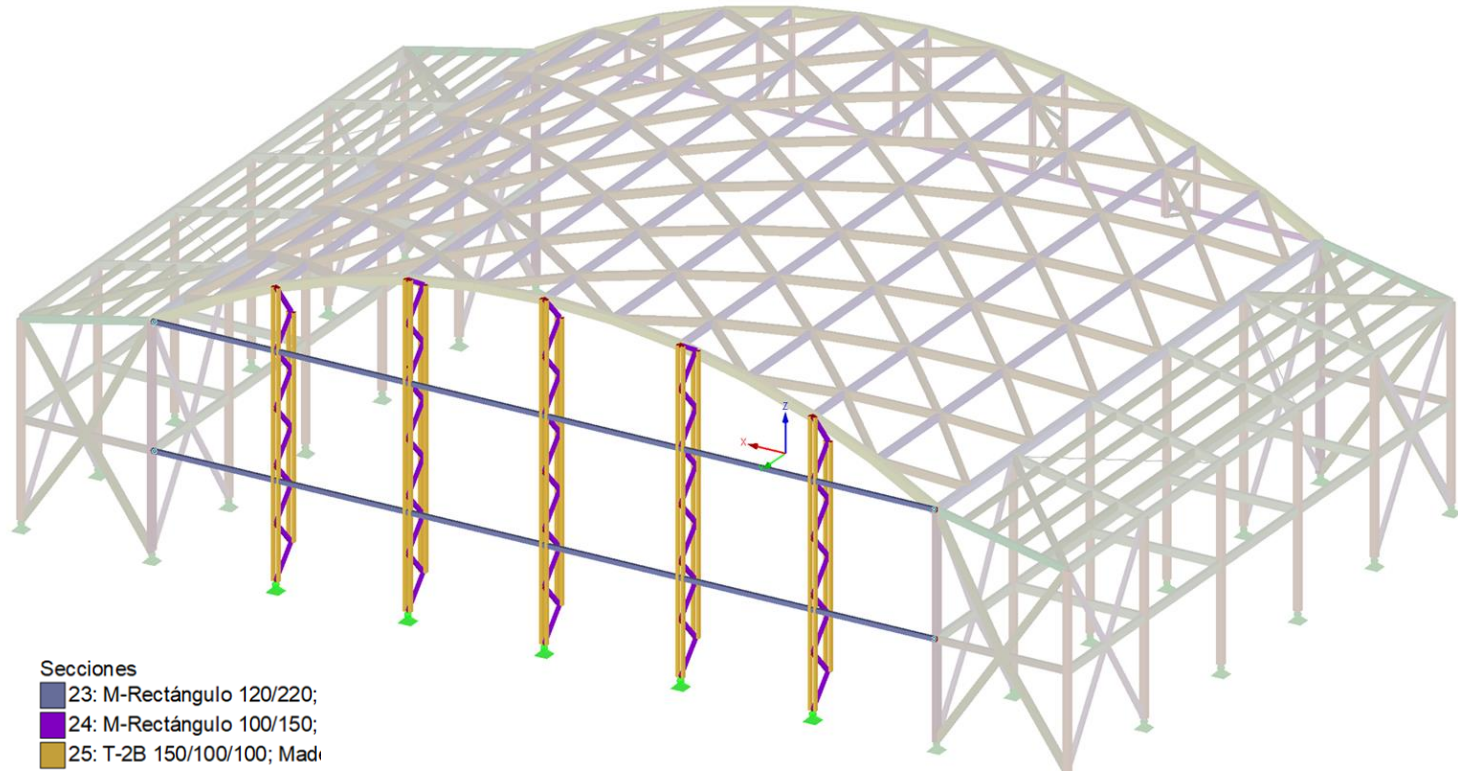
29: M-Rectángulo 140/180;



# Cierre frontal - Composición

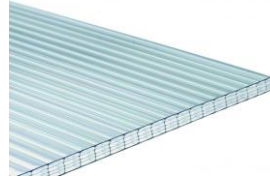


# Cierre posterior - Composición



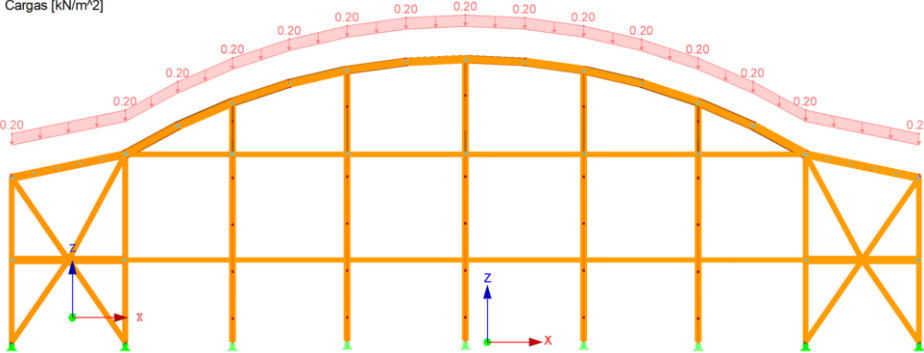
# Hipótesis de carga - Acciones

## PESO PROPIO + CARGA MUERTA



Peso calculado de 20 Kg/m<sup>2</sup>

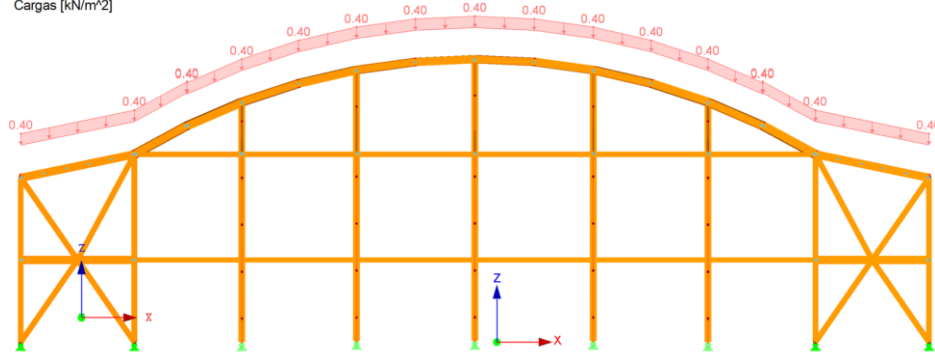
CC 1: Peso propio y Peso Revestimiento Cubierta (Carga Muerta)  
Cargas [kN/m<sup>2</sup>]



## SOBRE CARGA DE USO

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(6)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(6)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		GZ	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

CC 2: Sobre carga de Uso (Carga Viva)  
Cargas [kN/m<sup>2</sup>]



# Hipótesis de carga - Acciones

## NIEVE

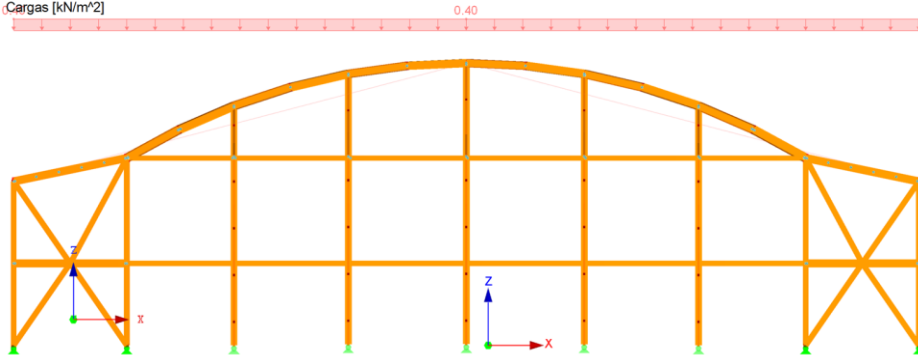
### 3.5.2 Carga de nieve sobre un terreno horizontal

- El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal,  $s_k$ , en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la tabla 3.8

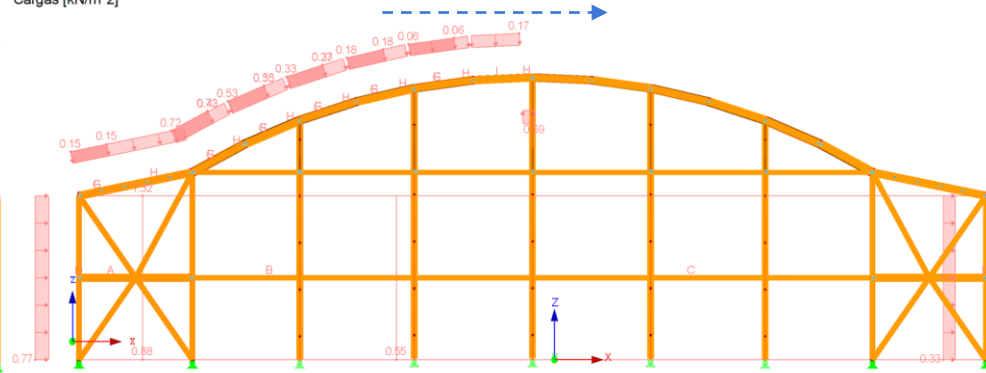
Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	0,4	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	1,2	Segovia	10	0,7
Bilbao / Bibo	0	0,3	Logroño	380	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Soria	0	0,9
Cáceres	440	0,6	Madrid	660	0,7	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,4	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Toledo	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valencia/València	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,7
Cuenca	70	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Gerona / Girona	0	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,4
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,5
						Ceuta y Melilla	0	0,2

CC 3: Nieve  
Cargas [kN/m<sup>2</sup>]



CC 5: Viento +X  
Cargas [kN/m<sup>2</sup>]



## VIENTO X+

Tabla D.3 Paramentos verticales

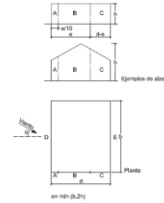
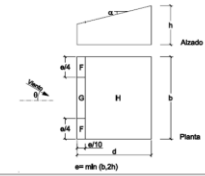


Tabla D.5 Cabañete a un agua.

a) Dirección del viento:  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



A	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$				
(m <sup>2</sup> )		A	B	C	D	E
$\geq 10$	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	0,25	-	-	-	0,3	0,4
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	0,25	-	-	-	0,6	-0,3
1	5	-1,4	-1,1	-0,5	0,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	0,25	-	-	-	0,7	-0,3
$\leq 1$	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	-	-	-	-	-0,5
	0,25	-	-	-	-	-0,3

Pendiente de la cubierta ( $\alpha$ )	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
5°	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,6	-	-
	$\geq 10$	+0,0	+0,0	+0,0	-	-
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-	-
	$\geq 10$	-0,9	-0,8	-0,3	-	-
15°	$\geq 10$	-2,0	-1,5	-0,2	-	-
	$\leq 1$	-0,2	-0,2	-0,2	-	-
	$\geq 10$	-0,5	-0,5	-0,2	-	-
30°	$\geq 10$	-1,5	-1,5	-0,2	-	-
	$\leq 1$	-0,7	-0,7	-0,4	-	-
45°	$\geq 10$	-0,9	-0,9	-0,0	-	-
	$\leq 1$	-0,0	-0,0	-0,0	-	-
60°	$\geq 10$	-0,7	-0,7	-0,0	-	-
	$\leq 1$	-0,7	-0,7	-0,0	-	-
75°	$\geq 10$	-0,8	-0,8	-0,0	-	-
	$\leq 1$	0,0	0,0	0,0	-	-





# Hipótesis de carga - Acciones

Caso de carga	Descripción de caso de carga	CTE DB-SE Categoría de acción
CC1	Peso propio y Peso Revestimiento Cubierta (Carga Muerta)	Permanente – peso propio, peso propio del suelo
CC2	Sobre carga de Uso (Carga Viva)	Sobrecarga de uso - Categoría G1: cubiertas – inclinación inferior a 20°
CC3	Nieve	Nieve ( $H \leq 1000$ m.s.n.m.)
CC4		
CC5	Viento +X	Viento
CC6	Viento en -Y	Viento
CC7	Viento en +Y	Viento
CC8	Fuego	Accidental

# Hipótesis de carga - Combinaciones



ELU



ELS

Combin. de carga	SP	Combinación de carga Descripción	CC.1		CC.2		CC.3		CC.4	
			Factor	Núm.	Factor	Núm.	Factor	Núm.	Factor	Núm.
CO1	21	1.35*CC1	1.350	CC1						
CO2	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2	1.350	CC1	1.500	CC2				
CO3	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9*CC5	1.350	CC1	1.500	CC2	0.900	CC5		
CO4	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9*CC6	1.350	CC1	1.500	CC2	0.900	CC6		
CO5	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9*CC7	1.350	CC1	1.500	CC2	0.900	CC7		
CO6	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*CC3 + 0.9*CC5	1.350	CC1	1.500	CC2	0.750	CC3	0.900	CC5
CO7	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*CC3 + 0.9*CC6	1.350	CC1	1.500	CC2	0.750	CC3	0.900	CC6
CO8	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*CC3 + 0.9*CC7	1.350	CC1	1.500	CC2	0.750	CC3	0.900	CC7
CO9	21	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*CC3	1.350	CC1	1.500	CC2	0.750	CC3		
CO10	21	1.35*CC1 + 1.5*CC5	1.350	CC1	1.500	CC5				
CO11	21	1.35*CC1 + 1.5*CC6	1.350	CC1	1.500	CC6				
CO12	21	1.35*CC1 + 1.5*CC7	1.350	CC1	1.500	CC7				
CO13	21	1.35*CC1 + 0.75*CC3 + 1.5*CC5	1.350	CC1	0.750	CC3	1.500	CC5		
CO14	21	1.35*CC1 + 0.75*CC3 + 1.5*CC6	1.350	CC1	0.750	CC3	1.500	CC6		
CO15	21	1.35*CC1 + 0.75*CC3 + 1.5*CC7	1.350	CC1	0.750	CC3	1.500	CC7		
CO16	21	1.35*CC1 + 1.5*CC3	1.350	CC1	1.500	CC3				
CO17	21	1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC5	1.350	CC1	1.500	CC3	0.900	CC5		
CO18	21	1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC6	1.350	CC1	1.500	CC3	0.900	CC6		
CO19	21	1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC7	1.350	CC1	1.500	CC3	0.900	CC7		
CO20	101	CC1	1.000	CC1						
CO21	101	CC1 + CC2	1.000	CC1	1.000	CC2				
CO22	101	CC1 + CC2 + 0.6*CC5	1.000	CC1	1.000	CC2	0.600	CC5		
CO23	101	CC1 + CC2 + 0.6*CC6	1.000	CC1	1.000	CC2	0.600	CC6		
CO24	101	CC1 + CC2 + 0.6*CC7	1.000	CC1	1.000	CC2	0.600	CC7		
CO25	101	CC1 + CC2 + 0.5*CC3 + 0.6*CC5	1.000	CC1	1.000	CC2	0.500	CC3	0.600	CC5

Combin. de carga	SP	Combinación de carga Descripción	CC.1		CC.2		CC.3		CC.4	
			Factor	Núm.	Factor	Núm.	Factor	Núm.	Factor	Núm.
CO26	101	CC1 + CC2 + 0.5*CC3 + 0.6*CC6	1.000	CC1	1.000	CC2	0.500	CC3	0.600	CC6
CO27	101	CC1 + CC2 + 0.5*CC3 + 0.6*CC7	1.000	CC1	1.000	CC2	0.500	CC3	0.600	CC7
CO28	101	CC1 + CC2 + 0.5*CC3	1.000	CC1	1.000	CC2	0.500	CC3		
CO29	101	CC1 + CC5	1.000	CC1	1.000	CC5				
CO30	101	CC1 + CC6	1.000	CC1	1.000	CC6				
CO31	101	CC1 + CC7	1.000	CC1	1.000	CC7				
CO32	101	CC1 + 0.5*CC3 + CC5	1.000	CC1	0.500	CC3	1.000	CC5		
CO33	101	CC1 + 0.5*CC3 + CC6	1.000	CC1	0.500	CC3	1.000	CC6		
CO34	101	CC1 + 0.5*CC3 + CC7	1.000	CC1	0.500	CC3	1.000	CC7		
CO35	101	CC1 + CC3	1.000	CC1	1.000	CC3				
CO36	101	CC1 + CC3 + 0.6*CC5	1.000	CC1	1.000	CC3	0.600	CC5		
CO37	101	CC1 + CC3 + 0.6*CC6	1.000	CC1	1.000	CC3	0.600	CC6		
CO38	101	CC1 + CC3 + 0.6*CC7	1.000	CC1	1.000	CC3	0.600	CC7		
CO39	102	CC1	1.000	CC1						
CO40	102	CC1 + 0.5*CC5	1.000	CC1	0.500	CC5				
CO41	102	CC1 + 0.5*CC6	1.000	CC1	0.500	CC6				
CO42	102	CC1 + 0.5*CC7	1.000	CC1	0.500	CC7				
CO43	102	CC1 + 0.2*CC3	1.000	CC1	0.200	CC3				
CO44	103	CC1	1.000	CC1						
CO45	23	CC1 + CC8	1.000	CC1	1.000	CC8				
CO46	23	CC1 + 0.5*CC5 + CC8	1.000	CC1	0.500	CC5	1.000	CC8		
CO47	23	CC1 + 0.5*CC6 + CC8	1.000	CC1	0.500	CC6	1.000	CC8		
CO48	23	CC1 + 0.5*CC7 + CC8	1.000	CC1	0.500	CC7	1.000	CC8		
CO49	23	CC1 + 0.2*CC3 + CC8	1.000	CC1	0.200	CC3	1.000	CC8		

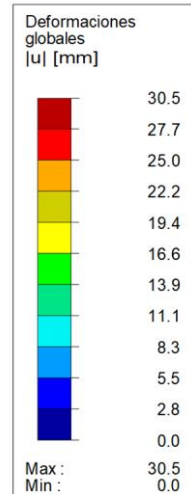
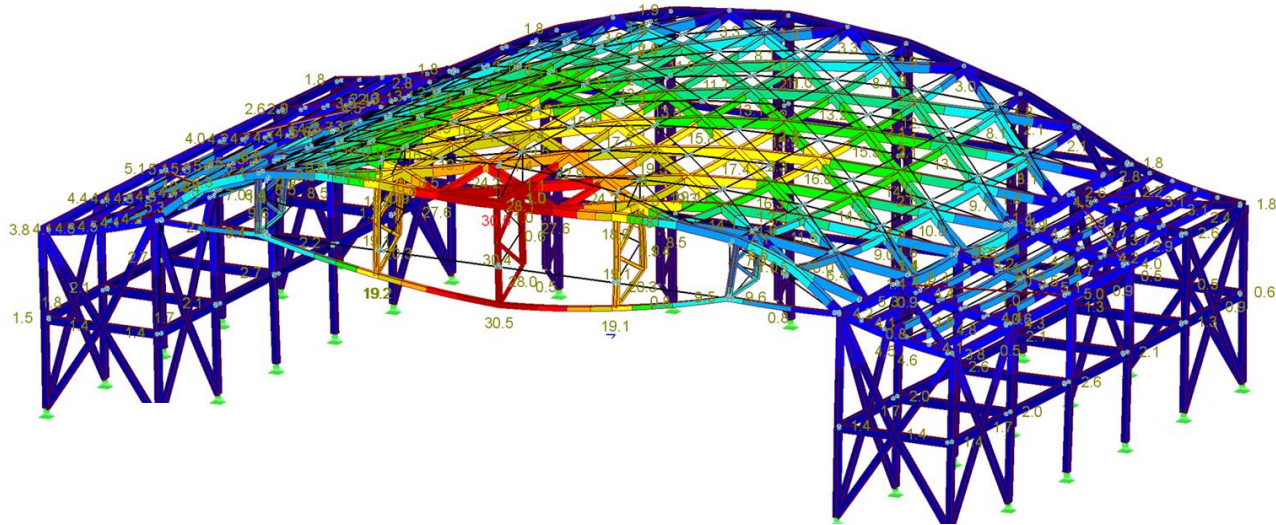
# Cálculos y verificaciones - Deformación y estabilidad lateral (ELS)

Combinación de carga: **ELS= Cuasipermanente (PP)**

CR 4: ELS - Cuasipermanente

Deformaciones globales  $u$  [mm]

Combinaciones de resultados: Valores máx. y mín.



Deformación máxima admisible según norma =  $L/300$

$$30000\text{mm}/300 = 100\text{mm}$$

$$7000\text{mm}/300 = 23,3\text{mm}$$



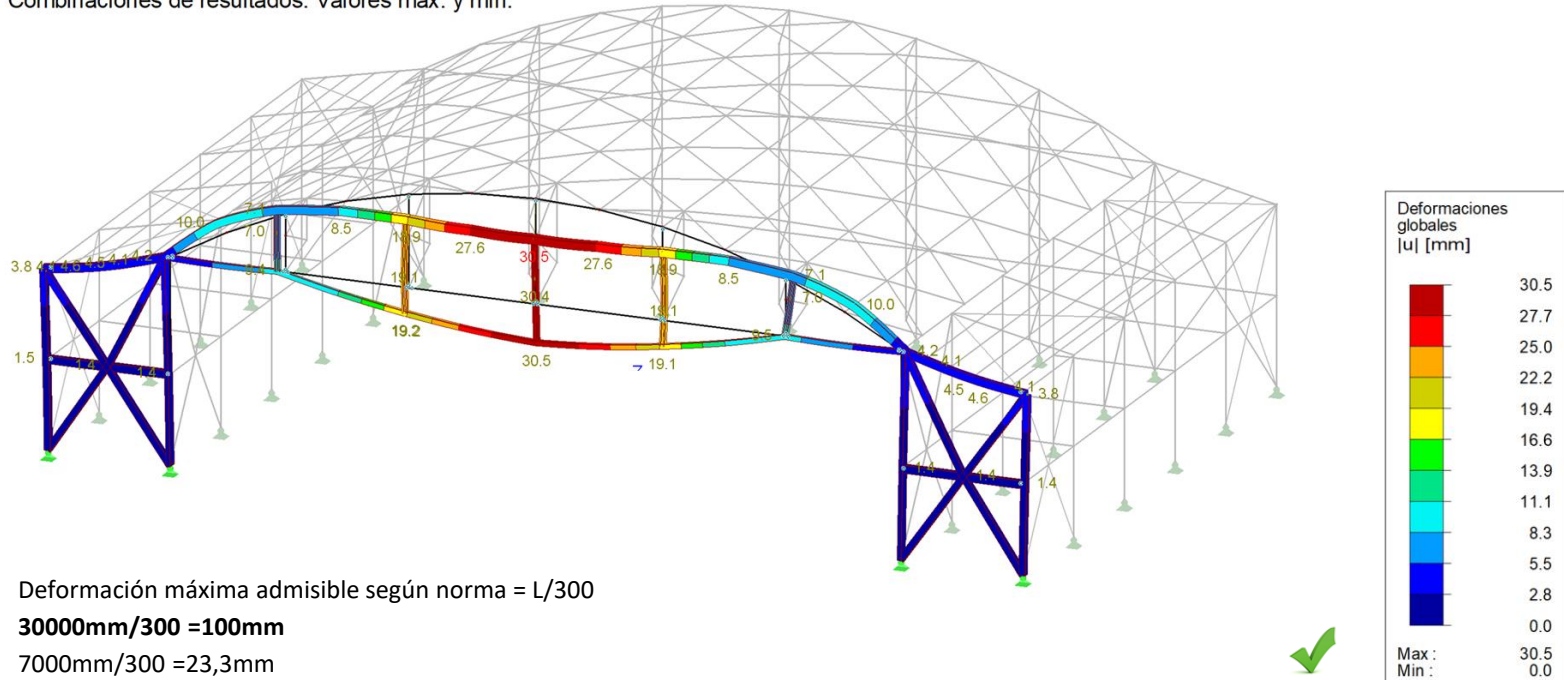
# Cálculos y verificaciones - Deformación y estabilidad lateral (ELS)

Combinación de carga: **ELS= Cuasipermanente (PP)**

CR 4: ELS - Cuasipermanente

Deformaciones globales  $u$  [mm]

Combinaciones de resultados: Valores máx. y mín.



Deformación máxima admisible según norma =  $L/300$

**$30000\text{mm}/300 = 100\text{mm}$**

$7000\text{mm}/300 = 23,3\text{mm}$

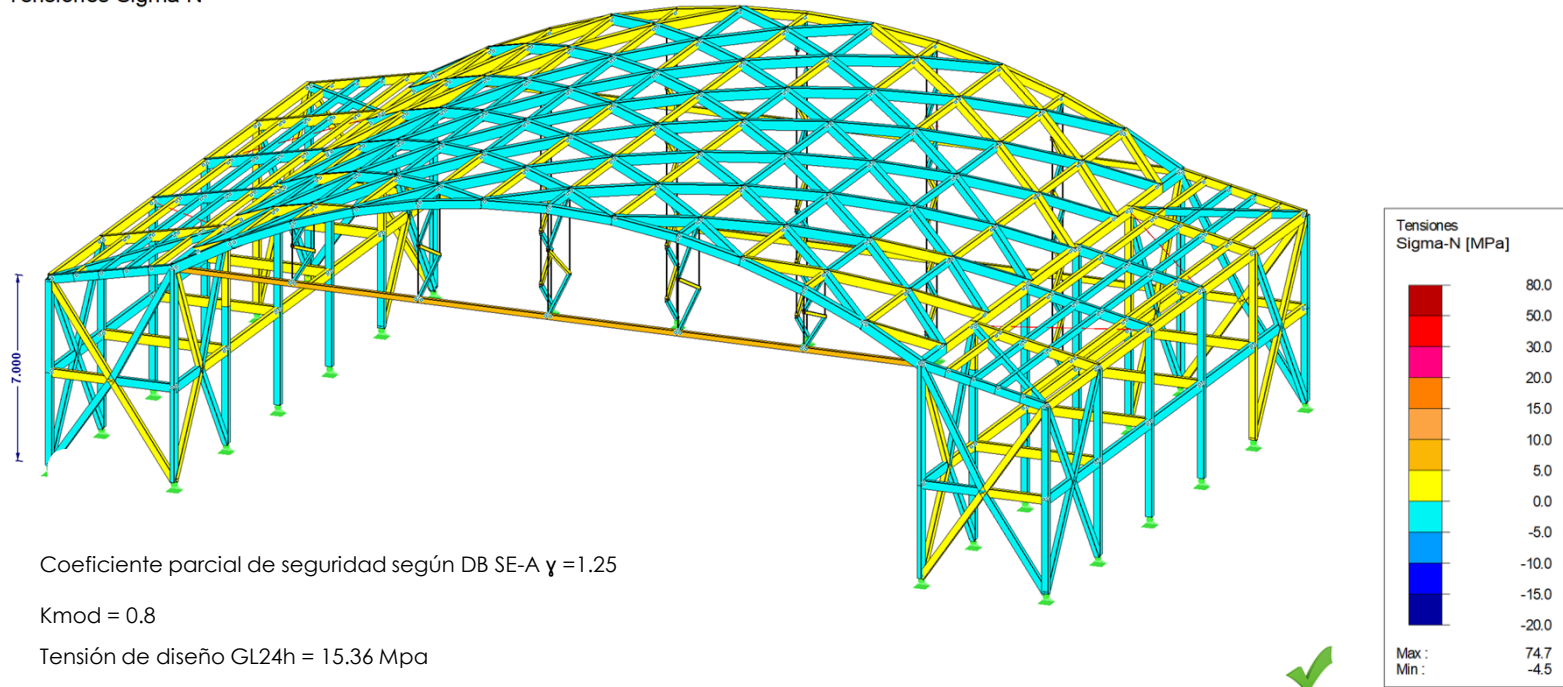


# Cálculos y verificaciones - Tensiones Max - Min (ELU)

Combinación de carga:  $ELU=1.35PP+1.5SU+0.75N+0.9Vy+$

CO 8:  $1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*CC3 + 0.9*CC7$

Tensiones Sigma-N



Coefficiente parcial de seguridad según DB SE-A  $\gamma = 1.25$

$K_{mod} = 0.8$

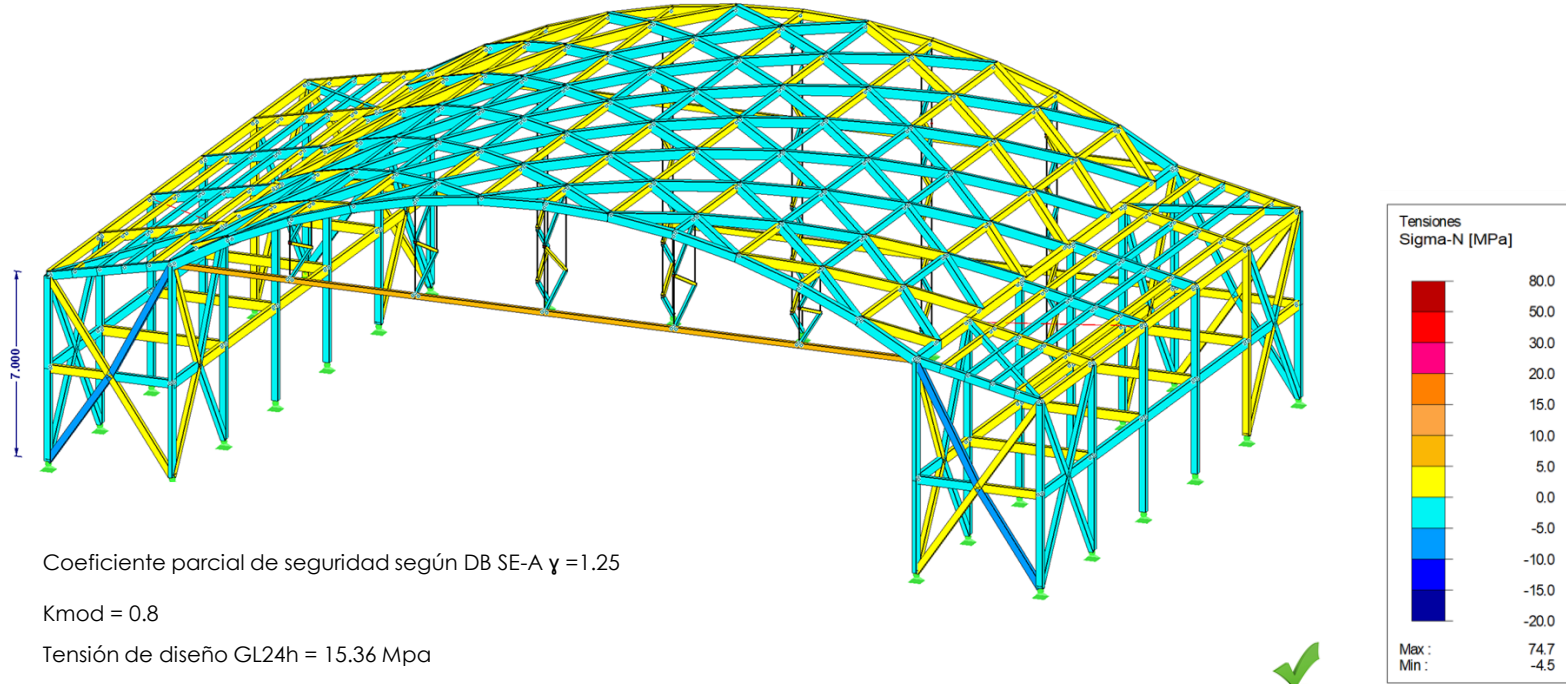
Tensión de diseño GL24h = 15.36 Mpa

# Cálculos y verificaciones - Tensiones Max - Min (ELU)

Combinación de carga: **ELU=1.35PP+1.5N+0.9Vy+**

CO 19:  $1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC7$

Tensiones Sigma-N



Coefficiente parcial de seguridad según DB SE-A  $\gamma = 1.25$

$K_{mod} = 0.8$

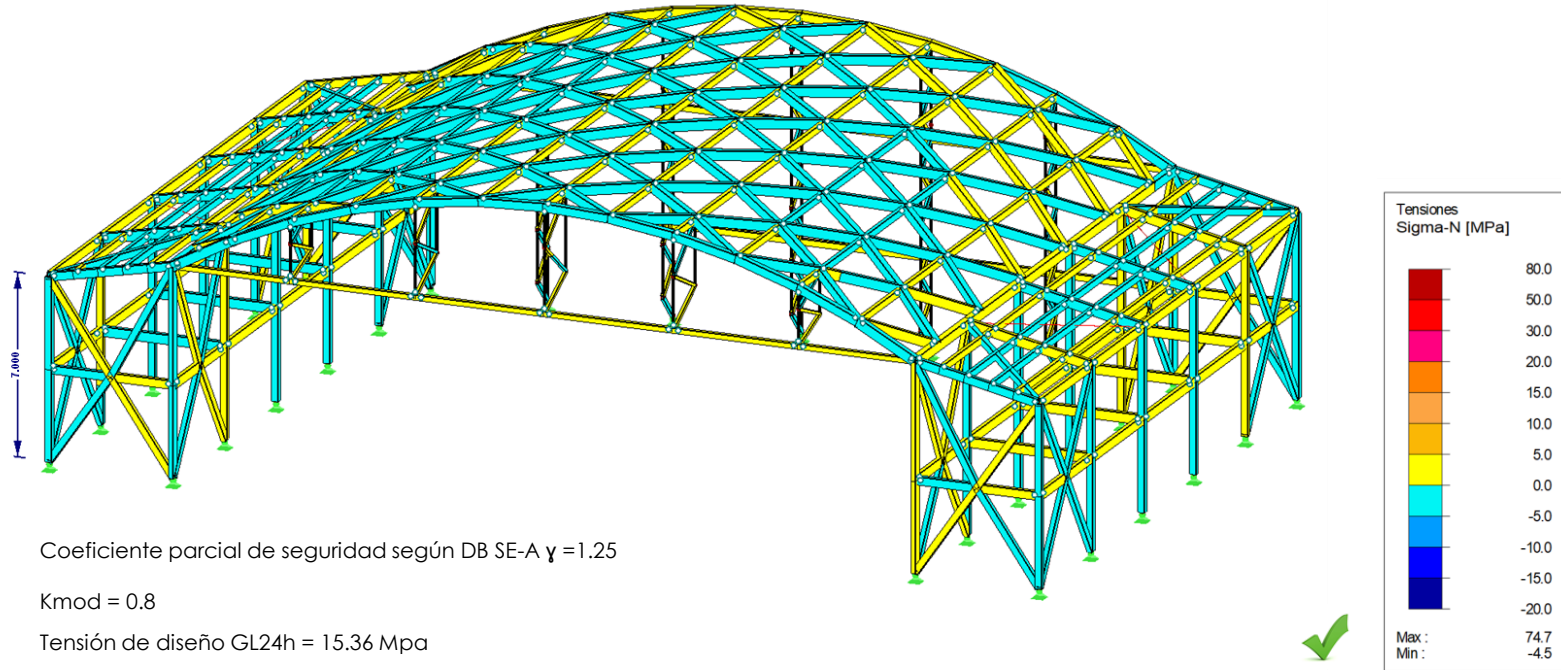
Tensión de diseño GL24h = 15.36 Mpa

# Cálculos y verificaciones - Tensiones Max - Min (ELU)

Combinación de carga:  $ELU=1.35PP+0.75N+0.9Vx+$

CO 13:  $1.35*CC1 + 0.75*CC3 + 1.5*CC5$

Tensiones Sigma-N





# Cálculos y verificaciones - Estabilidad y Pandeos

## COMPROBACIÓN Y OPTIMIZACIÓN EN TIMBER PRO

RF-TIMBER Pro - [Hangar Cálculo\_Final]

Archivo Edición Configuración Ayuda

CA1 2.1 Cálculo por caso de carga

Datos de entrada

- Datos generales
- Materiales
- Secciones
- Clase de duración de carga y s
- Longitudes eficaces - Barras
- Datos del comportamiento en s
- Resistencia al fuego - Barras
- Parámetros

Resultados

- Cálculo por caso de carga
- Cálculo por sección
- Cálculo por barra
- Cálculo por posición x
- Esfuerzos internos determin
- Lista de piezas por barra

Carga	A	B	C	D	E	F	G	H
	Descripción	Barra núm.	Posición x [m]	Razón		Cálculo según fórmula	Situa de pr	Clase de dur de carga
Cálculo del estado límite último								
CO1	1.35*CC1	563	2.423	0.63	≤ 1	333) Barra con flexión biaxial y compresión según 6.3.2 - Pandeo respect	PT	Permanent
CO2	1.35*CC1 + 1.5*CC2	563	2.423	0.57	≤ 1	333) Barra con flexión biaxial y compresión según 6.3.2 - Pandeo respect	PT	Larga
CO3	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9°C	49	3.194	0.74	≤ 1	163) Resistencia de la sección - Flexión biaxial y tracción según 6.2.3	PT	Corta
CO4	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9°C	563	5.148	0.52	≤ 1	333) Barra con flexión biaxial y compresión según 6.3.2 - Pandeo respect	PT	Corta
CO5	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.9°C	450	0.000	0.56	≤ 1	111) Resistencia de la sección - Cortante debido al esfuerzo cortante Vz :	PT	Corta
CO6	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*	563	5.148	0.81	≤ 1	333) Barra con flexión biaxial y compresión según 6.3.2 - Pandeo respect	PT	Corta
CO7	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*	563	5.148	0.70	≤ 1	333) Barra con flexión biaxial y compresión según 6.3.2 - Pandeo respect	PT	Corta
CO8	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*	563	5.148	0.70	≤ 1	333) Barra con flexión biaxial y compresión según 6.3.2 - Pandeo respect	PT	Corta
CO9	1.35*CC1 + 1.5*CC2 + 0.75*	332	2.619	0.65	≤ 1	323) Barra con flexión y compresión según 6.3.2 - Pandeo respecto a aml	PT	Corta

Max: 0,99 ≤ 1

Detalles - Barra 563 - x: 2.423 m - CO1

Datos de material - Madera laminada encolada GL24h

Datos de la sección - M-Rectángulo 180/260

Esfuerzos internos de cálculo

Razón de tensiones

Esfuerzo axial (compresión)	N <sub>d</sub>	120 094	kN		
Área de la sección	A	468.00	cm <sup>2</sup>		
Tensión de compresión	σ <sub>c,0,d</sub>	0.26	kN/cm <sup>2</sup>		
Longitud de barra equivalente	L <sub>cr,y</sub>	5.148	m		
Longitud de barra equivalente	L <sub>cr,z</sub>	5.148	m		
Radio de inercia	i <sub>y</sub>	75.1	mm		
Radio de inercia	i <sub>z</sub>	52.0	mm		
Grado de esbeltez	λ <sub>y</sub>	68.587			
Grado de esbeltez	λ <sub>z</sub>	99.070			
Resistencia a compresión	f <sub>c,0,k</sub>	2.40	kN/cm <sup>2</sup>		[3]. Table
Módulo de elasticidad	E <sub>0,05</sub>	940.00	kN/cm <sup>2</sup>		[3]. Table
Relación de esbeltez relativa	λ <sub>rel,y</sub>	1.103		> 0.30	Ec. (6.21)
Relación de esbeltez relativa	λ <sub>rel,z</sub>	1.593		> 0.30	Ec. (6.22)
Factor	β <sub>c</sub>	0.100			Ec. (6.29)
Coefficiente de inestabilidad	k <sub>y</sub>	1.149			Ec. (6.27)
Coefficiente de inestabilidad	k <sub>z</sub>	1.834			Ec. (6.28)
Factor de inestabilidad	k <sub>c,y</sub>	0.681			Ec. (6.25)
Factor de inestabilidad	k <sub>c,z</sub>	0.365			Ec. (6.26)
Factor de modificación	k <sub>mod</sub>	0.600			Tabla 3.1

12 - M-Rectángulo 180/260

# Cálculos y verificaciones - Estabilidad y Pandeos

## COMPROBACIÓN Y OPTIMIZACIÓN EN TIMBER PRO

RF-TIMBER Pro - [Hangar Cálculo\_Final]

Archivo Edición Configuración Ayuda

CA1 1.3 Secciones

Datos de entrada

- Datos generales
- Materiales
- Secciones
- Clase de duración de carga y s
- Longitudes eficaces - Barras
- Datos del comportamiento en s
- Resistencia al fuego - Barras
- Parámetros
- Resultados
  - Cálculo por caso de carga
  - Cálculo por sección
  - Cálculo por barra
  - Cálculo por posición x
  - Esfuerzos internos determinan
  - Lista de piezas por barra

Sección num.	A	B	C	D	E	F
Material num.	Descripción de la sección [mm]	Razón de tens. máx.	Optimizar	Nota	Comentario	
1	2	Rectángulo 250/250		No	8)	76x140
2	2	Rectángulo 250/250		No	8)	140x140
3	2	Rectángulo 150/100		No	8)	140x140.2
4	2	Rectángulo 120/120		No	8)	120x120 mm
5	1	I IPE 100		No	8)	
6	5	M-Rectángulo 240/260	0.98	No		Vigas principales base a
7	5	M-Rectángulo 140/240	0.93	No		Vigas frontales franjas lat
8	3	M-Rectángulo 100/120		No	8)	
9	3	M-Rectángulo 40/60		No	8)	
10	3	M-Rectángulo 200/240		No	8)	
11	5	M-Rectángulo 200/250	0.80	No		Columnas
12	6	M-Rectángulo 180/260	0.97	No		Arrioste
13	7	M-Rectángulo 140/220	0.94	No		Correas franjas laterales
14	8	M-Rectángulo 150/300	0.86	No		Vigas principales
15	11	M-Rectángulo 180/280	0.95	No		Vigas Principales arco
16	9	M-Rectángulo 140/260	0.88	No		Arriostres arcos
17	10	M-Rectángulo 250/300	0.98	No		Vigas frontales y posterior
18	5	M-Rectángulo 140/180		No	8)	cerchas frontal y posterior
19	5	M-Rectángulo 150/250	0.76	No		Columnas y vigas frontal
20	5	M-Rectángulo 150/400	0.95	No		Columnas soportantes d
21	5	M-Rectángulo 250/330	0.99	No		Inicio de arco
22	12	Círculo 30		No	10)	Arriostres traccion
23	13	M-Rectángulo 120/160	0.96	No		Posterior vigas de amarr
24	13	M-Rectángulo 100/150	0.94	No		Posterior cerchas secun
25	13	T-2B 150/100/100	0.77	No		Principal cercha fachada
26	5	M-Rectángulo 140/180	0.58	No		Cercha frontal_vigas
27	5	T-2B 150/100/50	0.64	No		Cercha Frontal_Verticale
28	5	M-Rectángulo 100/100	0.57	No		Cercha frontal_arriostres
29	5	M-Rectángulo 140/180	0.66	No		Arriostres generales

8) La sección no está asignada a ninguna barra.

2 - Rectángulo 250/250

Sección num. 2 utilizada en

Barras num.:

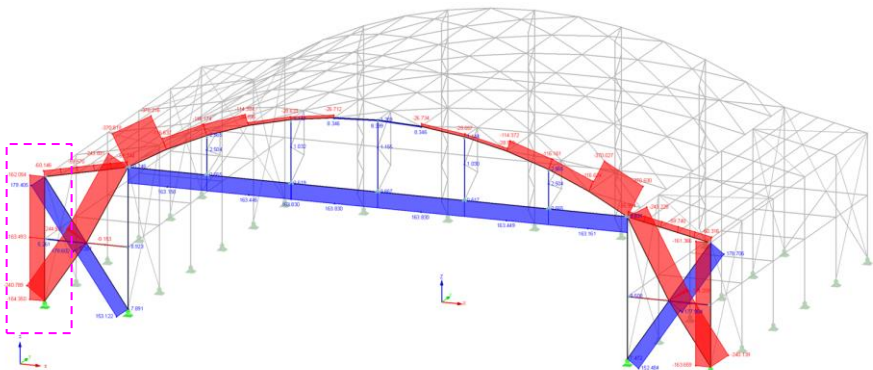
Conjuntos de barras num.:

Σ Longitud: 0.00 [m]    Σ Peso: 0.000 [t]

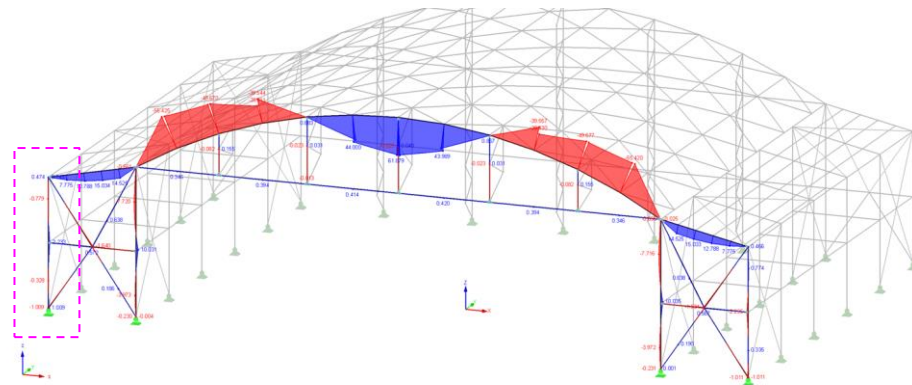
Material: 2 - Softwood, Lumber

# Dimensionado manual de columna - Elección del elemento

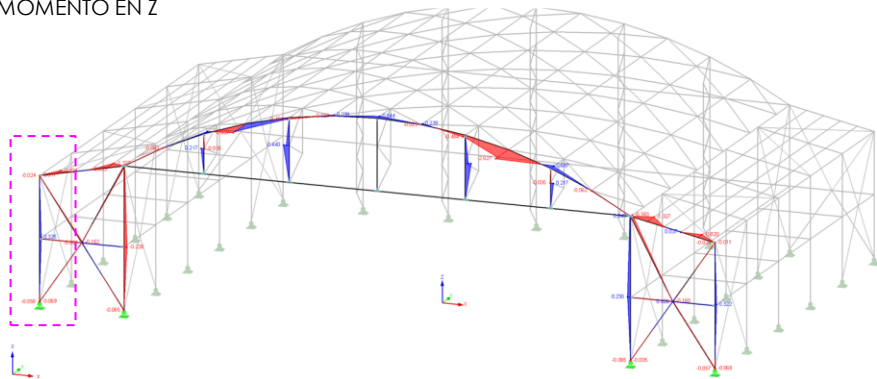
AXIL



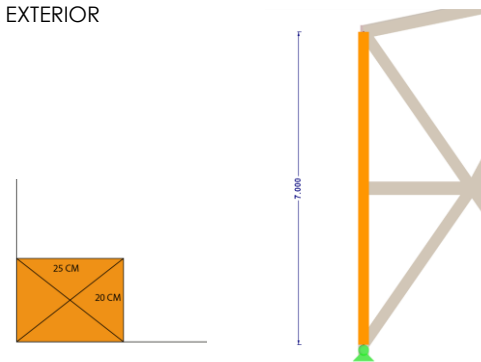
MOMENTO EN Y



MOMENTO EN Z



COLUMNA EXTERIOR

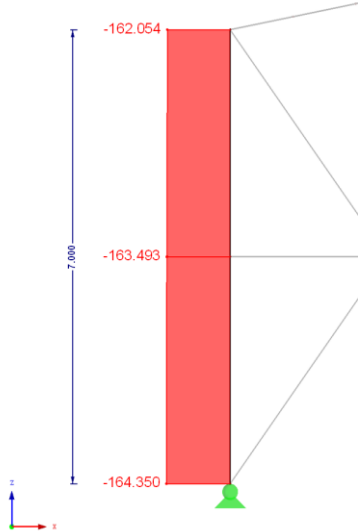


# Dimensionado manual de columna - Columna exterior

AXIL

CO:  $ELU=1.35PP+1.5N+0.9Vy-$

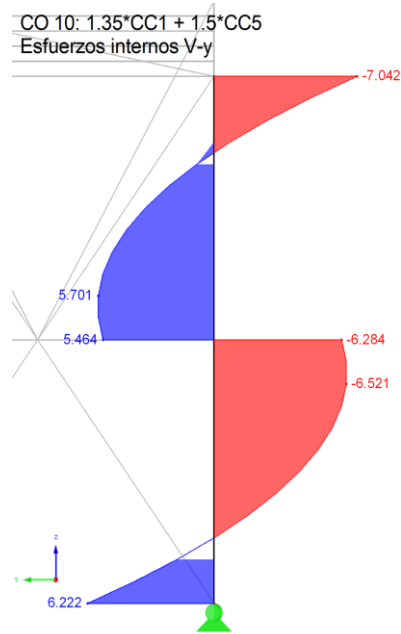
CO 18:  $1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC6$   
Esfuerzos internos N



CORTANTE EN Y

CO:  $ELU=1.35PP+1.5Vx+$

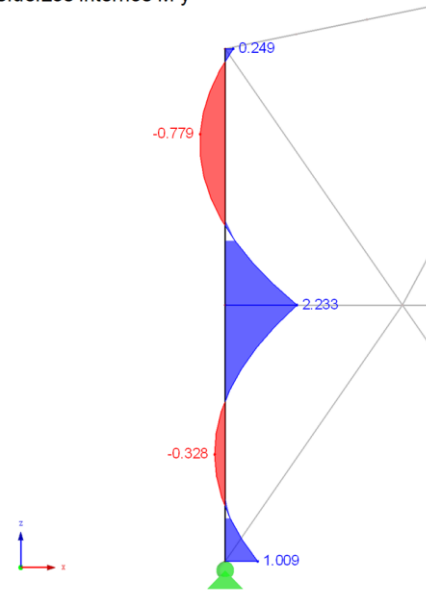
CO 10:  $1.35*CC1 + 1.5*CC5$   
Esfuerzos internos V-y



MOMENTO EN Y

CO:  $ELU=1.35PP+1.5N+0.9Vy-$

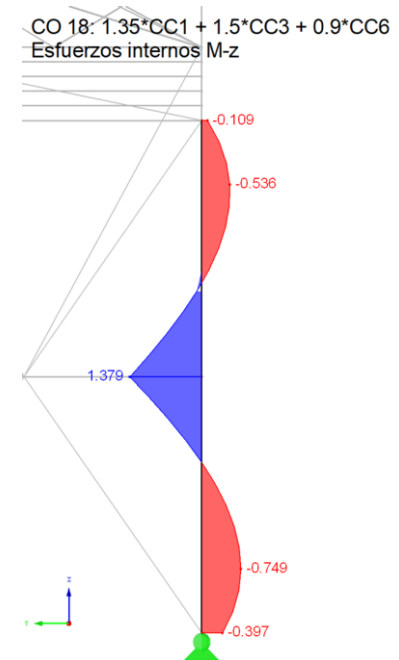
CO 18:  $1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC6$   
Esfuerzos internos M-y



MOMENTO EN Z

CO:  $ELU=1.35PP+1.5N+0.9Vy-$

CO 18:  $1.35*CC1 + 1.5*CC3 + 0.9*CC6$   
Esfuerzos internos M-z



# Dimensionado manual de columna - Columna exterior

MATERIAL			
$R_d = k_{mod} \cdot \left( \frac{R_k}{\gamma_M} \right)$	Madera Laminada GL24h		
	fc0k	24	N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M}$	fvk	2.7	N/mm <sup>2</sup>
	Kmod	0.9	Dur. Corta
	yM	1.25	
	fc0d	17.28	N/mm <sup>2</sup>
	fvd	1.944	N/mm <sup>2</sup>

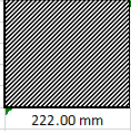
SECCIÓN SIN PANDEO			
$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A}$	$Q_{cod} = \frac{163778.00 \text{ N}}{50000.00 \text{ mm}^2}$	3.28 N/mm <sup>2</sup>	 <p>Sección Propuesta 25 cm 20 cm</p>
$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$	3.28 N/mm <sup>2</sup> < 17.280 N/mm <sup>2</sup>		

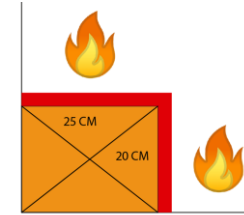
Cortante			
$l_v = \frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1, \text{ siendo}$		Kcr=	0.67
		b=	200 mm
		bef=	134
$\tau_{d,max} = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h}$		Vd=	7042 N
		h=	250 mm
		Tdmax=	0.315
$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$		fvd=	1.944
		lv=	0.162
			<1
			Cumple





# Dimensionado manual de columna - Comprobación a fuego

COMPROBACIÓN FRENTE AL FUEGO	
hangar R30	
$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0$	
$k_0$	1
$d_0$	7 mm
$d_{char}$	21 mm
$def$	28 mm
$hef$	172.00 mm
$bef$	222.00 mm
	



Comprobación a Compresión	
$X_d = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \left( \frac{X_k}{\gamma_M} \right) \cdot k_i$	
$k_{mod}$	0.9
$k_{fi}$	1.15
$xm$	1
$fcd$	18.892 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A}$	
$N_d$	163778.00 N
$A$	38184.00 mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,0,d}$	4.29 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$	4.29 N/mm <sup>2</sup> < 18.892

Cortante	
$I_v = \frac{\tau_d}{f_{vd}} \leq 1$ , siendo	
$\tau_{d,max} = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h}$	
$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$	
$k_{cr}$	0.67
$b$	172 mm
$b_{ef}$	115.24
$V_d$	7042 N
$h$	222 mm
$T_{dmax}$	0.413
$f_{vd}$	1.944
$I_v$	0.212 < 1
	Cumple

# Dimensionado manual de columna - Comprobación a fuego

Comprobación a Pandeo									
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} \leq 1$		Esbeltéz mecánica: $\lambda_z = \frac{l_{rel,z}}{i_z}$		$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$		E		11500	
		Tensión crítica: $\sigma_{cr,z} = \frac{\pi^2 E}{\lambda_z^2}$		Donde: $\beta_c = 0,2$ madera aserrada $\beta_c = 0,1$ madera laminada y microlaminada		$\beta_c$		0.2	
		Esbeltéz relativa: $\lambda_{rel,z} = \frac{\sqrt{f_{c,0,d}}}{\sigma_{cr,z}}$		Factor de pandeo: $\chi_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$					
Base	22.20 cm	Area =	381.84 cm <sup>2</sup>	Ly =	350.00 cm	$\lambda_y =$	70.49		
Canto	17.20 cm	ly =	9413.63 cm <sup>4</sup>	Betay =	1				
		lz =	15682.17 cm <sup>4</sup>						
		iy =	4.97 cm	Lz =	350.00 cm	$\lambda_z =$	54.61		
		iz =	6.41 cm	Betaz =	1				
Sección Propuesta		Qc0d Y =	22.84						
	17.2 cm	Qcr z =	38.05						
	22.2 cm	$\lambda_{rel,rel} Y =$	1.03	$\sigma =$	4.29 N/mm <sup>2</sup>				
		$\lambda_{rel,rel} Z =$	0.79	$\chi_{c,y} \times f_{c,0,d}$	0.34	<1	Cumple		✓
		ky	1.10						
		kz	0.86						
		$\chi_{c,y} = k_y =$	0.67	$\sigma$	0.27	<1	Cumple		
		$\chi_{c,z} = k_z =$	0.83	$\chi_{c,z} \times f_{c,0,d}$					

Comprobación a Flexocompresión											
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$		$\chi_{c,z}$ es función de $\lambda_z = \frac{l_{rel,z}}{i_z}$		$\chi_{c,z}$ es función de $\lambda_z = \frac{l_{rel,z}}{i_z}$							
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$											
Qc0d					Qm0d						
Qc0d=	Nd	163778.000	4 N/mm <sup>2</sup>	Qm0d=	M	2233000	2.040 N/mm <sup>2</sup>				
	Área mínima	38184.00			W	1094608					
km	0.7										
4.29 N/mm <sup>2</sup>	0.67	18.892	+	0.7	2.040 N/mm <sup>2</sup>	18.892	=	0.414103368	<1	Cumple	✓

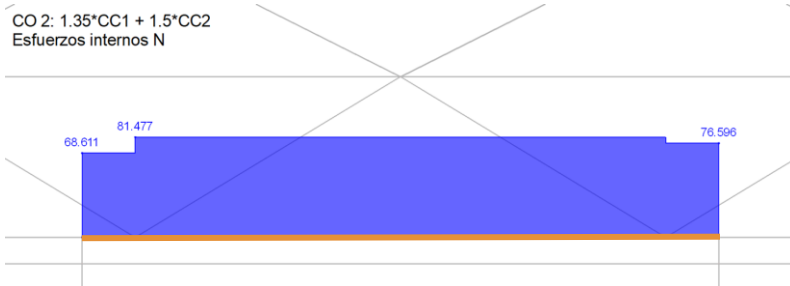


# Dimensionado manual de viga - Viga central

AXIL

CO:  $ELU=1.35PP+1.5SU$

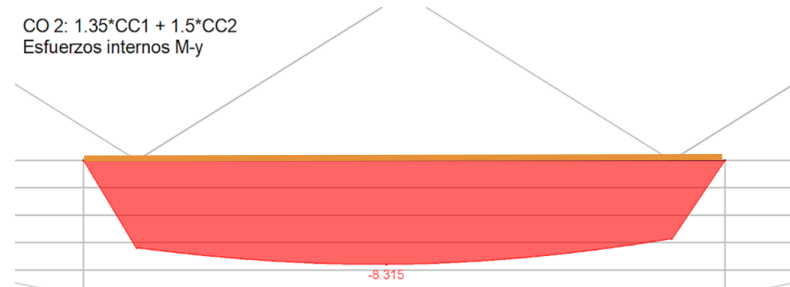
CO 2:  $1.35*CC1 + 1.5*CC2$   
Esfuerzos internos N



MOMENTO EN Y

CO:  $ELU=1.35PP+1.5SU$

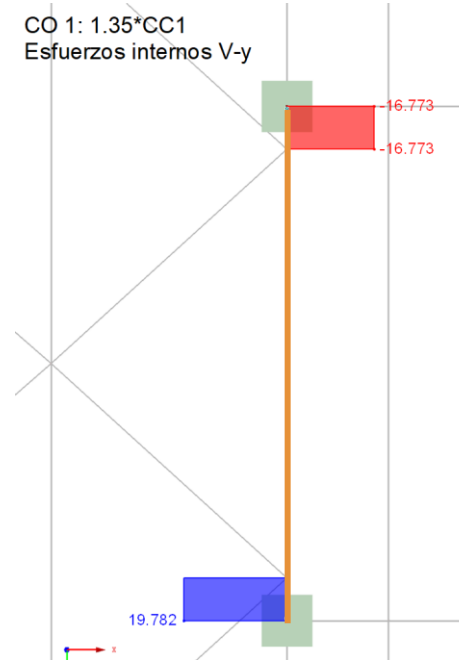
CO 2:  $1.35*CC1 + 1.5*CC2$   
Esfuerzos internos M-y



CORTANTE EN Y

CO:  $ELU=1.35PP$

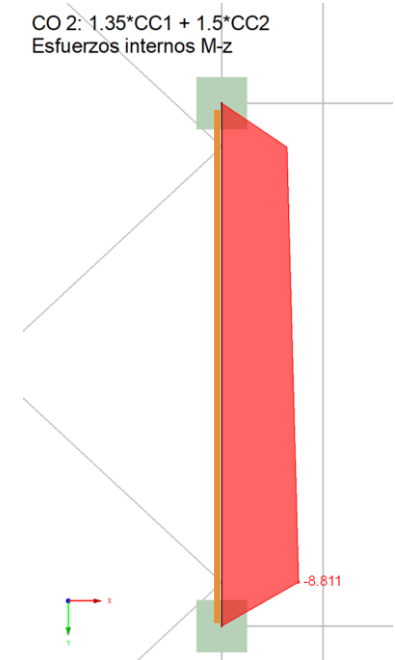
CO 1:  $1.35*CC1$   
Esfuerzos internos V-y



MOMENTO EN Z

CO:  $ELU=1.35PP+1.5SU$

CO 2:  $1.35*CC1 + 1.5*CC2$   
Esfuerzos internos M-z



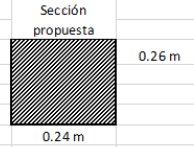


# Dimensionado manual de viga - Viga central

MATERIAL			
$R_d = k_{mod} \cdot \left( \frac{R_k}{\gamma_M} \right)$	Madera Laminada GL24h		
	fmgk	24	N/mm <sup>2</sup>
	Kmod	0.7	Dur. Larga
	γM	1.25	
resistencia de diseño	fmgd	13.44	N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M}$	Madera Laminada GL24h		
	fvgk	2.7	N/mm <sup>2</sup>
	Kmod	0.6	Dur. Perma
	γM	1.25	
resistencia de diseño	fvgd	1.296	N/mm <sup>2</sup>

VERIFICACIÓN VUELCO LATERAL			
$l_{ef} = l \cdot \beta_v$	l	5000.00	mm
$\sigma_{m,crit} = 0,78 \cdot \frac{E_{0,05} \cdot b^2}{L_{ef} \cdot h}$	βv	0.95	
	lef	4750.00	mm
	E0.05	9400.00	N/mm <sup>2</sup>
	Qm,crit	341.96	N/mm <sup>2</sup>
$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$	fmk	24	
	λrel,m	0.265	<1
	Kcrit		1.00
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$	Qmd	3.01	m N/mm <sup>2</sup>
	fmd	13.44	N/mm <sup>2</sup>
		0.22	<1 Cumple

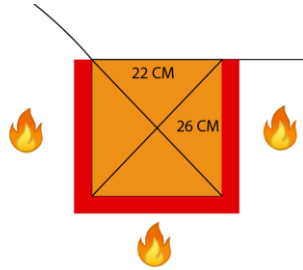
FLEXIÓN SIN PANDEO LATERAL			
$I_{m,d} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$	Md	8.13	KNm
	W	0.00270	m <sup>3</sup>
$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_y}$	Qmd	3006.66	KN/m <sup>2</sup>
	fmd	13440.00	KN/m <sup>2</sup>
	Imd	0.22	<1 Cumple
W=(bxh <sup>2</sup> )/8			



# Dimensionado manual de viga - Viga central

PREDIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN POR DEFORMACIÓN					
$w = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} \left[ 1 + \frac{24}{25} \frac{E}{G} \left( \frac{h}{l} \right)^2 \right]$				ELS Característica	3.103 kN/m <sup>2</sup>
				Sobre carga de uso	0.4 kN/m <sup>2</sup>
h	260 mm			Flèche max (L/300)	16.67 mm
Inercia	3.22E+08 mm <sup>4</sup>			Flèche max (L/350)	14.29 mm
E	11.60 KN/mm <sup>2</sup>			Módulo de elasticidad Paral.	11600000 kN/m <sup>2</sup>
G	6.90 KN/mm <sup>2</sup>			Módulo de elasticidad Trans.	6900000 kN/m <sup>2</sup>
l	5000 mm				
q	3.10E-03 KN/mm			4.00E-04 KN/mm	
<b>W per</b>	<b>6.7853 mm</b>			<b>W var</b>	<b>0.87 mm</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>INTEGRIDAD DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS</li> </ul>					
Combinación característica				Kdef =	0.6
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$				W2.1 =	0
$W_{int} = W_{perm} \cdot k_{def} + W_{var} \cdot (1 + k_{def} \cdot \psi_{2,1})$					
	5.10 mm	<		16.67 mm	Cumple
<ul style="list-style-type: none"> <li>CONFORT DE LOS USUARIOS</li> </ul>					
Combinación característica				Limitación a flecha (otros casos)	
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i}$				L / 350 = 6000 / 350 = 17,14 mm	
$\omega_{confort} = \omega_{var} \cdot (1 + k_{def} \cdot \psi_{2,1})$					
	1.03 mm	<		14.29 mm	Cumple
<ul style="list-style-type: none"> <li>APARIENCIA DE LA OBRA</li> </ul>					
Combinación característica				Limitación a flecha (otros casos)	
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,1} \cdot Q_{k,i}$				L / 300 = 6000 / 300 = 20 mm	
$\omega_{total} = \omega_{perm} \cdot (1 + k_{def}) + \psi_{2,1} \cdot \omega_{var} \cdot (1 + k_{def})$					
	10.86 mm	<		16.67 mm	Cumple


# Dimensionado manual de viga - Comprobación a fuego




COMPROBACIÓN FRENTE AL FUEGO			
hangar R30			
$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0$	$k_0$	1	
	$d_0$	7 mm	
	$d_{char}$	21 mm	
	$d_{ef}$	28 mm	
	$h_{ef}$	232.00 mm	
	$b_{ef}$	164.00 mm	
			232.00 mm
			164.00 mm

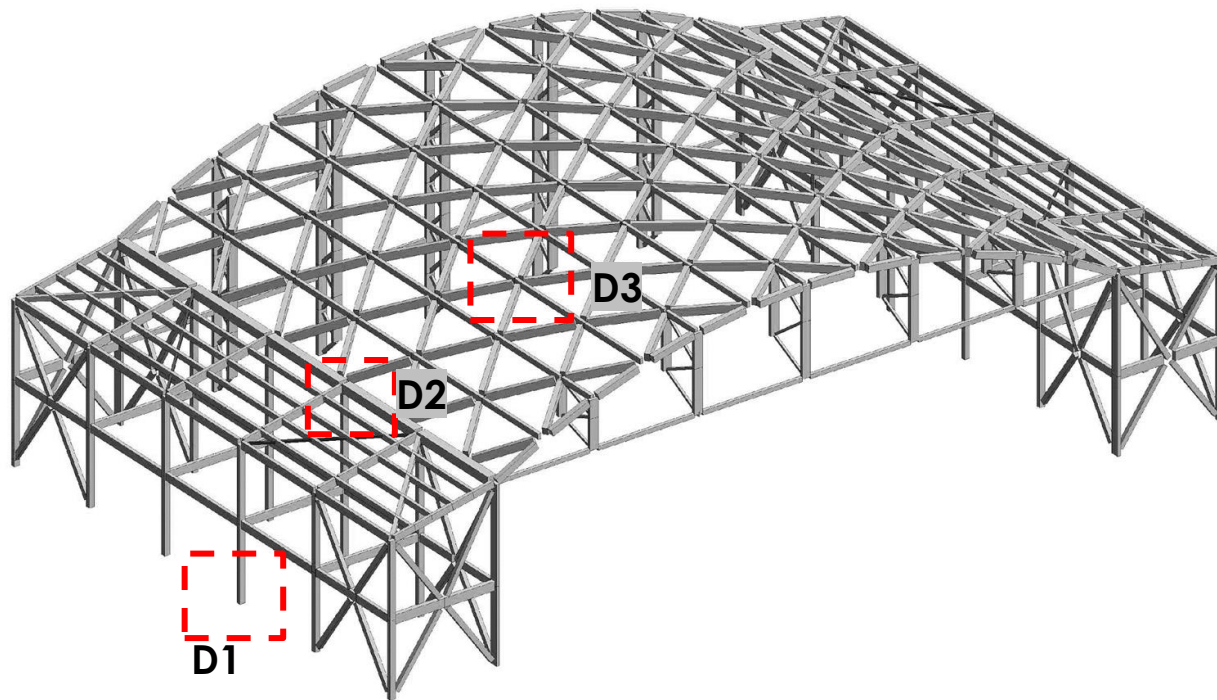
Comprobación a flexión			
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_{\beta} \cdot \left( \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} \right) \cdot k_h$	$k_{mod}$	1	
	$k_{fi}$	1.25	
	$x_m$	1	
	$f_{md}$	12.541 N/mm <sup>2</sup>	
$M_G = \frac{q_G \cdot l^2}{8}$	$l$	5 m	
	$\psi$	0.5	
$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$	$M_G - M_{yd}$	10.322 KN.m	
	Cargas permanentes + $\psi_{1,1} \times$ Cargas vivas		
$W_y = \frac{b_{ef} \cdot h_{ef}^2}{6}$	$W_y$	1237952 mm <sup>3</sup>	
$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	$\sigma_{m,y,d}$	8.338 kN/mm <sup>2</sup>	
$I_{m,d} = \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}}$	$I_{md}$	0.6649 <1 Cumple	

# Dimensionado manual de viga - Comprobación a fuego

Cortante	
$I_v = \frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$ , siendo	Kcr= 0.67
	b= 184.00 mm
$\tau_{d,max} = 1,5 \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h}$	bef= 123.28
	Vd= 19782 N
	h= 232.00 mm
$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$	Tdmax= 1.037
	fvd= 1.296
	lv= 0.801
	<1 Cumple 

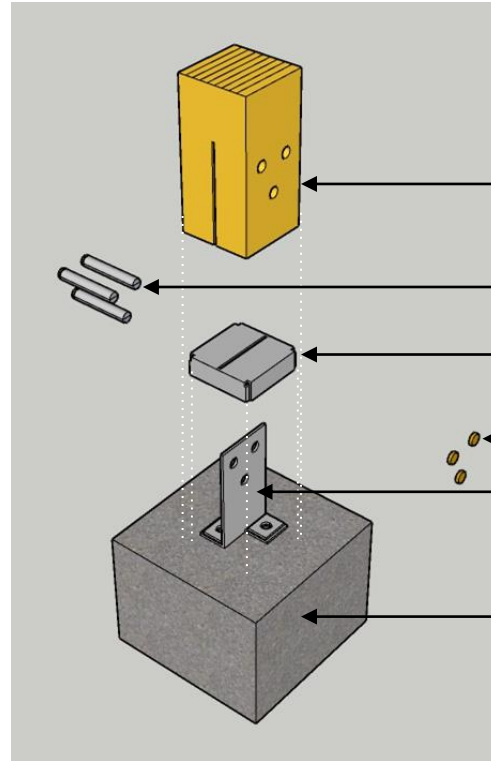
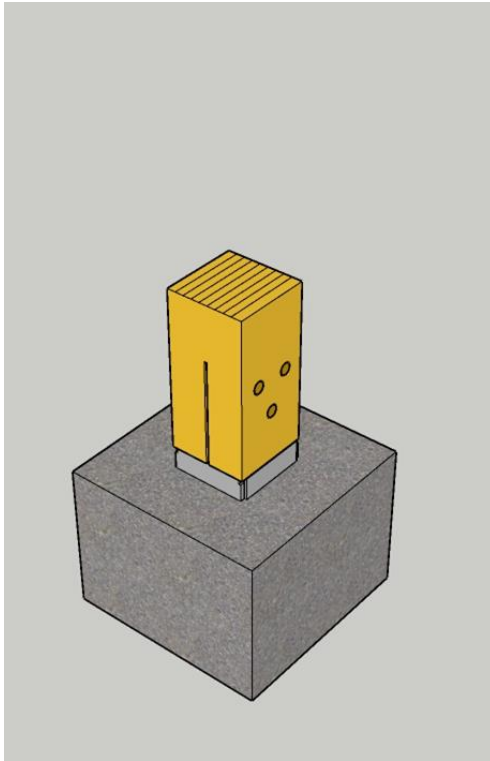
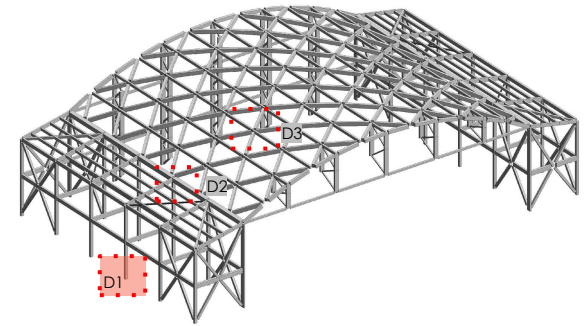
VERIFICACIÓN VUELCO LATERAL				
$I_{ef} = I \cdot \beta_v$	I	5000.00 mm		
	$\beta_v$	0.95		
	lef	4750.00 mm		
$\sigma_{m,crit} = 0,78 \cdot \frac{E_{0,05} \cdot b^2}{L_{ef} \cdot h}$	E0.05	9400.00 N/mm2		
	Qmcr	451530.40 N/mm2		
$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$	fmk	24		
	$\lambda_{rel,m}$	0.007	<1	Kcrit= 1.00
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$	Qmd	3.01 m N/mm2	0.2397	<1 Cumple 
	fmd	12.54 m N/mm2		

# Propuesta de Uniones





# Propuesta Unión D1



POSTE MADERA  
LAMINADA 22X25 CM

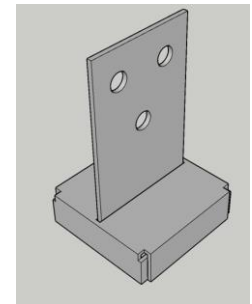
PASADORES DIA. 4CM

PLACA METÁLICA

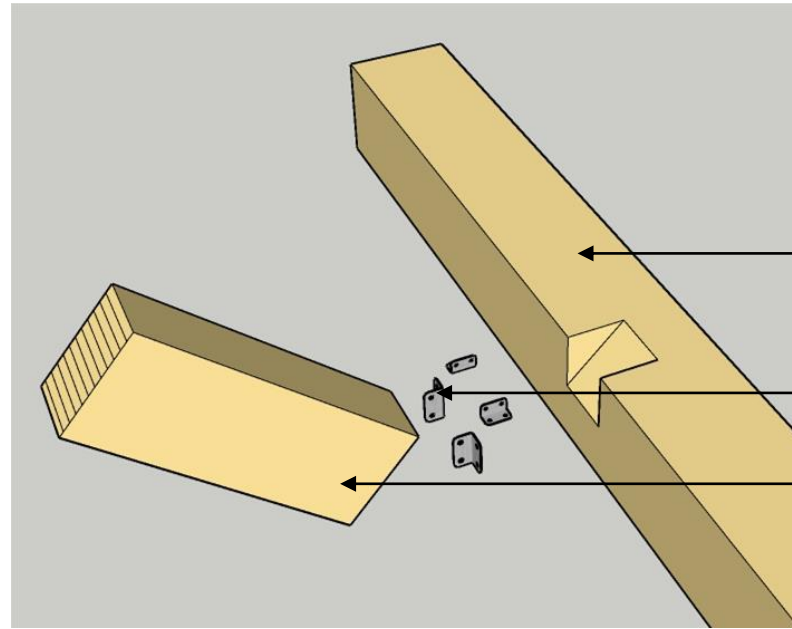
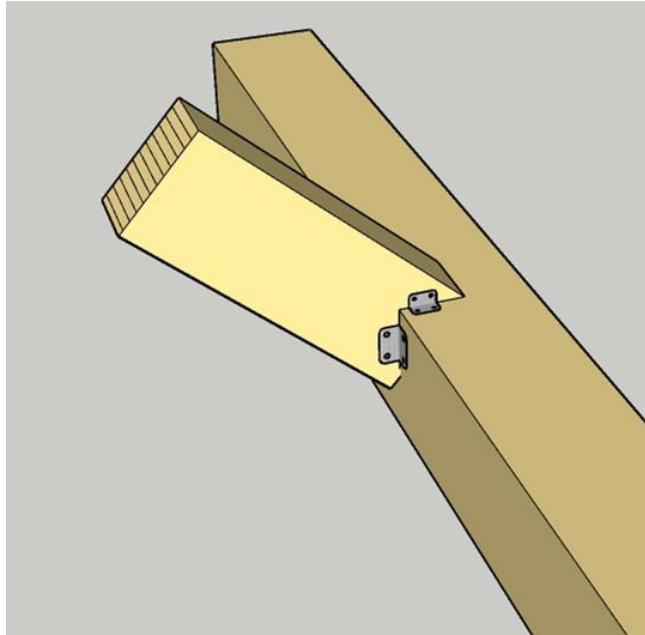
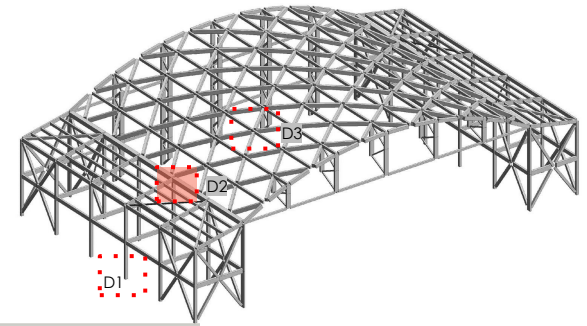
TAPONES DE MADERA

PLACA METÁLICA CON  
PERNOS DE ANCLAJE

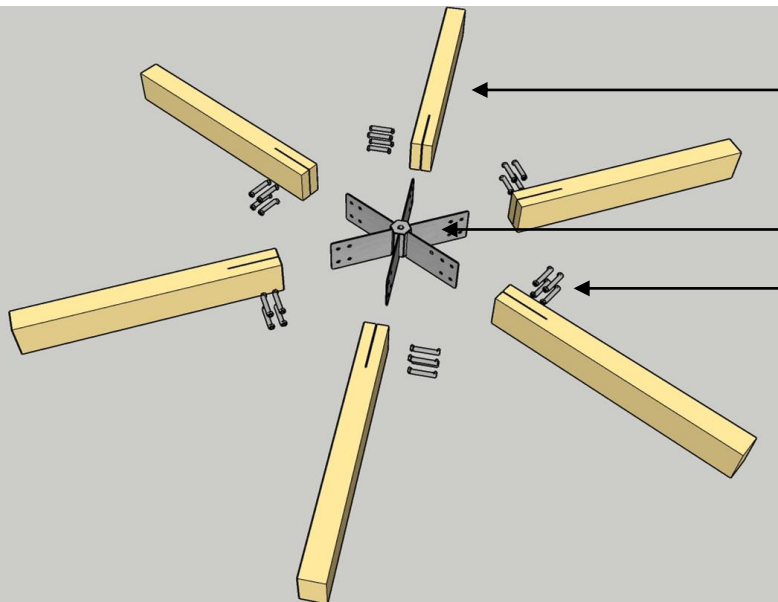
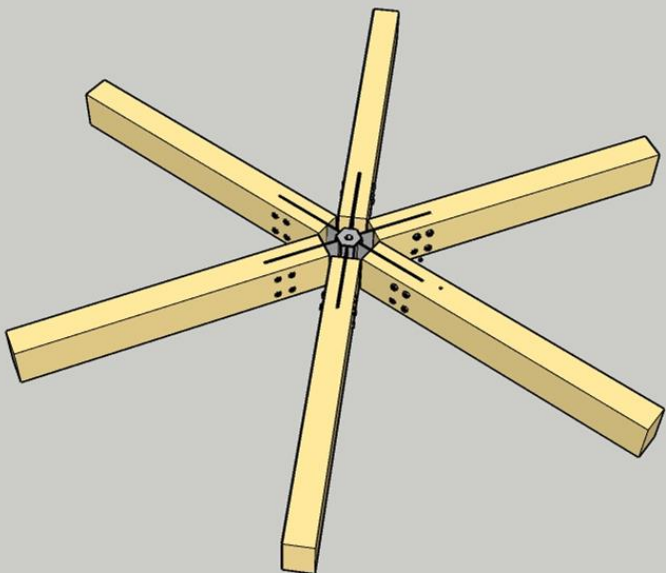
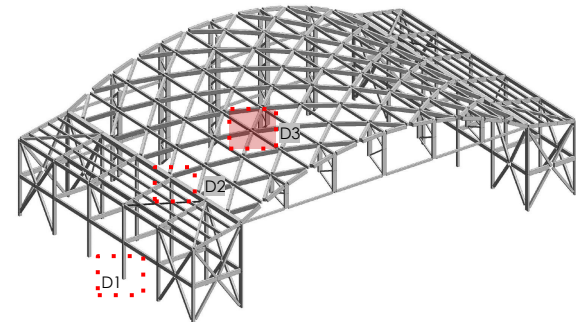
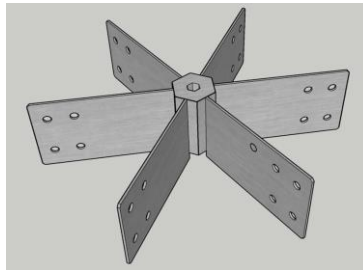
CIMENTO



# Propuesta Unión D2



# Propuesta Unión D3



VIGA ARCO MADERA LAMINADA 22X35 CM

PLACA METÁLICA ESTRELLA EN T

PASANTES, TUERCAS Y TAPONES

# Peso total

Pieza núm.	Descripción de la sección	Número de barras	Longtúd [m]	Longtúd total [m]	Área de superficie [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Peso unitario [kg/m]	Peso [kg]	Peso total [t]
1	11 - M-Rectángulo 200/250	32	3.50	112.00	100.80	5.60	18.50	64.75	2.072
2	20 - M-Rectángulo 150/400	4	3.50	14.00	15.40	0.84	22.20	77.70	0.311
3	19 - M-Rectángulo 150/250	20	1.02	20.40	16.32	0.76	13.88	14.15	0.283
4	14 - M-Rectángulo 150/300	40	1.02	40.79	36.71	1.84	16.65	16.98	0.679
5	6 - M-Rectángulo 240/280	10	5.00	50.00	50.00	3.12	23.09	115.44	1.154
6	14 - M-Rectángulo 150/300	30	5.00	150.00	135.00	6.75	16.65	83.25	2.498
7	14 - M-Rectángulo 150/300	16	2.50	40.00	36.00	1.80	16.65	41.62	0.666
8	7 - M-Rectángulo 140/240	8	2.50	20.00	15.20	0.67	12.43	31.08	0.249
9	23 - M-Rectángulo 120/180	2	5.05	10.10	5.66	0.19	7.10	35.89	0.072
10	23 - M-Rectángulo 120/180	3	4.74	14.21	7.95	0.27	7.10	33.64	0.101
11	25 - T-28 150/100/100	2	1.50	3.00	3.00	0.09	11.10	16.65	0.033
12	13 - M-Rectángulo 140/220	40	5.00	200.00	144.00	6.16	11.40	56.98	2.279
13	15 - M-Rectángulo 180/280	144	3.35	481.92	443.37	24.29	18.65	62.41	8.987
14	16 - M-Rectángulo 140/260	60	4.17	250.00	200.00	9.10	13.47	56.12	3.367
15	16 - M-Rectángulo 140/260	1	3.83	3.83	3.06	0.14	13.47	51.52	0.052
16	17 - M-Rectángulo 250/300	20	2.62	52.38	57.62	3.93	27.75	72.68	1.454
17	16 - M-Rectángulo 140/260	10	2.08	20.83	16.67	0.76	13.47	28.06	0.281
18	21 - M-Rectángulo 250/330	4	2.62	10.48	12.15	0.86	30.53	79.95	0.320
19	20 - M-Rectángulo 150/400	4	4.50	18.00	18.80	1.08	22.20	99.90	0.400
20	11 - M-Rectángulo 200/250	8	4.50	36.00	32.40	1.80	18.50	83.25	0.666
21	23 - M-Rectángulo 120/180	2	5.00	10.00	5.60	0.19	7.10	35.52	0.071
22	23 - M-Rectángulo 120/180	3	5.21	15.64	8.76	0.30	7.10	37.03	0.111
23	25 - T-28 150/100/100	44	2.00	88.00	88.00	2.64	11.10	22.20	0.977
24	25 - T-28 150/100/100	2	1.54	3.09	3.09	0.09	11.10	17.13	0.034
25	25 - T-28 150/100/100	2	0.50	1.00	1.00	0.03	11.10	5.55	0.011
26	25 - T-28 150/100/100	2	2.23	4.46	4.46	0.13	11.10	24.73	0.049
27	25 - T-28 150/100/100	1	1.45	1.45	1.45	0.04	11.10	16.10	0.016
28	25 - T-28 150/100/100	1	0.55	0.55	0.55	0.02	11.10	6.10	0.006
29	23 - M-Rectángulo 120/180	1	4.79	4.79	2.68	0.09	7.10	34.01	0.034
30	23 - M-Rectángulo 120/180	1	5.26	5.26	2.95	0.10	7.10	37.40	0.037

**TOTAL = 31,522 Kg DE MADERA LAMINADA**  
Kg

**RELACIÓN POR m2= 31.5**

Pieza núm.	Descripción de la sección	Número de barras	Longtúd [m]	Longtúd total [m]	Área de superficie [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Peso unitario [kg/m]	Peso [kg]	Peso total [t]
31	26 - M-Rectángulo 140/180	2	5.05	10.10	6.47	0.25	9.32	47.10	0.094
32	26 - M-Rectángulo 140/180	2	5.21	10.43	6.67	0.26	9.32	48.61	0.097
33	26 - M-Rectángulo 140/180	2	4.74	9.47	6.06	0.24	9.32	44.15	0.088
34	16 - M-Rectángulo 140/260	1	0.34	0.34	0.27	0.01	13.47	4.60	0.005
35	27 - T-28 150/100/50	2	1.56	3.11	2.49	0.05	5.55	8.63	0.017
36	27 - T-28 150/100/50	3	2.50	7.50	6.00	0.11	5.55	13.87	0.042
37	27 - T-28 150/100/50	2	2.04	4.08	3.26	0.06	5.55	11.31	0.023
38	27 - T-28 150/100/50	2	1.40	2.80	2.24	0.04	5.55	7.77	0.016
39	12 - M-Rectángulo 180/260	4	7.14	28.57	25.14	1.34	17.32	123.66	0.495
40	22 - Círculo 30	4	7.14	28.57	2.69	0.02	5.55	39.63	0.159
41	29 - M-Rectángulo 140/180	24	4.30	103.23	66.07	2.60	9.32	40.10	0.962
42	12 - M-Rectángulo 180/260	4	5.15	20.59	18.12	0.96	17.32	89.14	0.357
43	12 - M-Rectángulo 180/260	12	4.30	51.61	45.42	2.42	17.32	74.48	0.894
44	29 - M-Rectángulo 140/180	8	5.15	41.18	26.36	1.04	9.32	48.00	0.384
45	24 - M-Rectángulo 100/150	52	1.41	73.54	36.77	1.10	5.55	7.85	0.408
46	24 - M-Rectángulo 100/150	2	1.14	2.28	1.14	0.03	5.55	6.32	0.013
47	24 - M-Rectángulo 100/150	2	1.58	3.17	1.58	0.05	5.55	8.79	0.018
48	27 - T-28 150/100/50	1	1.55	1.55	1.24	0.02	5.55	8.62	0.009
49	27 - T-28 150/100/50	2	0.83	1.66	1.32	0.02	5.55	4.59	0.009
50	27 - T-28 150/100/50	1	3.05	3.05	2.44	0.05	5.55	16.95	0.017
51	28 - M-Rectángulo 100/100	1	2.31	2.31	0.92	0.02	3.70	8.55	0.009
52	28 - M-Rectángulo 100/100	1	2.60	2.60	1.04	0.03	3.70	9.61	0.010
53	28 - M-Rectángulo 100/100	1	2.57	2.57	1.03	0.03	3.70	9.50	0.009
54	28 - M-Rectángulo 100/100	2	2.35	4.71	1.88	0.05	3.70	8.71	0.017
55	28 - M-Rectángulo 100/100	2	2.29	4.58	1.83	0.05	3.70	8.46	0.017
56	28 - M-Rectángulo 100/100	2	2.60	5.20	2.08	0.05	3.70	9.62	0.019
57	27 - T-28 150/100/50	2	1.60	3.20	2.56	0.05	5.55	8.88	0.018
58	28 - M-Rectángulo 100/100	2	2.18	4.35	1.74	0.04	3.70	8.05	0.016
59	28 - M-Rectángulo 100/100	2	2.22	4.44	1.78	0.04	3.70	8.22	0.016
60	28 - M-Rectángulo 100/100	2	2.24	4.48	1.79	0.04	3.70	8.29	0.017
Total		666		2127.43	1748.05	84.79			31.522

# Presupuesto de estructura

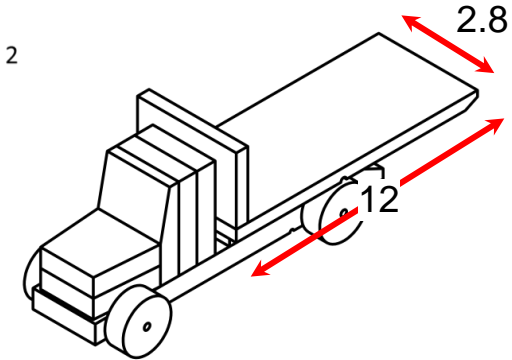
	TOTAL	COEF CALC PRECIO X METRO LINEAL EN EUROS	EUROS
M-Rectángulo 200/250	148.30	49.98	7412.034
M-Rectángulo 150/400	32.00	58.31	1865.92
M-Rectángulo 150/250	20.40	35.34	720.936
M-Rectángulo 150/300	230.79	46.83	10807.8957
M-Rectángulo 240/260	50.00	58.31	2915.5
M-Rectángulo 140/240	20.00	35.34	706.8
M-Rectángulo 120/160	60.00	19.82	1189.2
M-Rectángulo 140/220	200.00	29.15	5830
M-Rectángulo 180/280	481.92	52.21	25161.0432
M-Rectángulo 140/260	275.00	35.34	9718.5
M-Rectángulo 250/300	52.38	66.65	3491.127
M-Rectángulo 250/330	10.48	66.65	698.492
T-2B 150/100/100	101.55	12.5	1269.375
M-Rectángulo 140/180	202.97	30.15	6119.5455
T-2B 150/100/50	23.75	12.5	296.875
M-Rectángulo 180/260	41.18	52.12	2146.3016
M-Rectángulo 100/150	74.75	16.66	1245.335
M-Rectángulo 100/100	35.24	12.5	440.5
		<b>TOTAL</b>	<b>82035.38 €</b>

## TRANSPORTE x peso

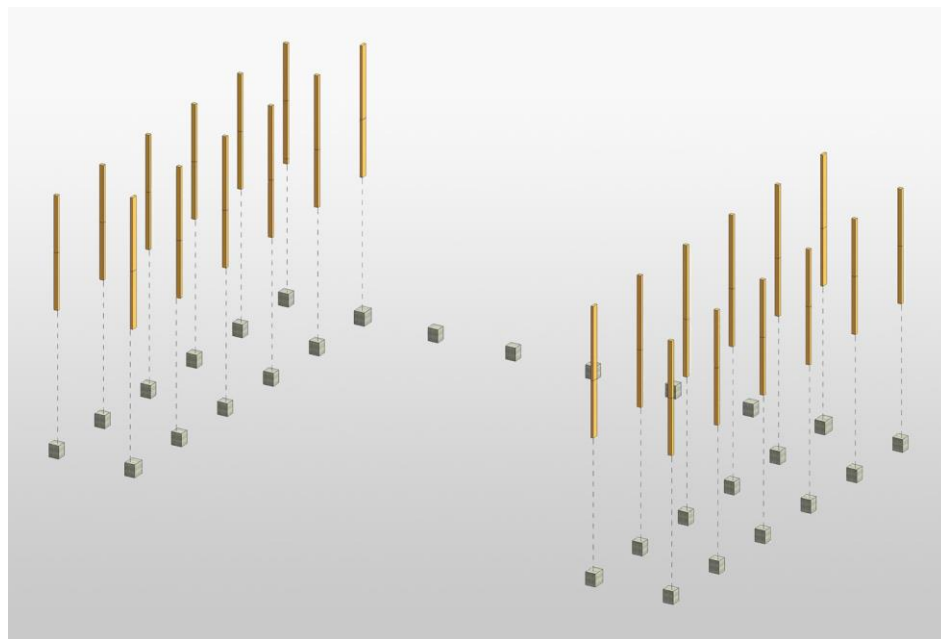
Peso total madera 31 toneladas

Peso x camion 2 ejes 18 toneladas

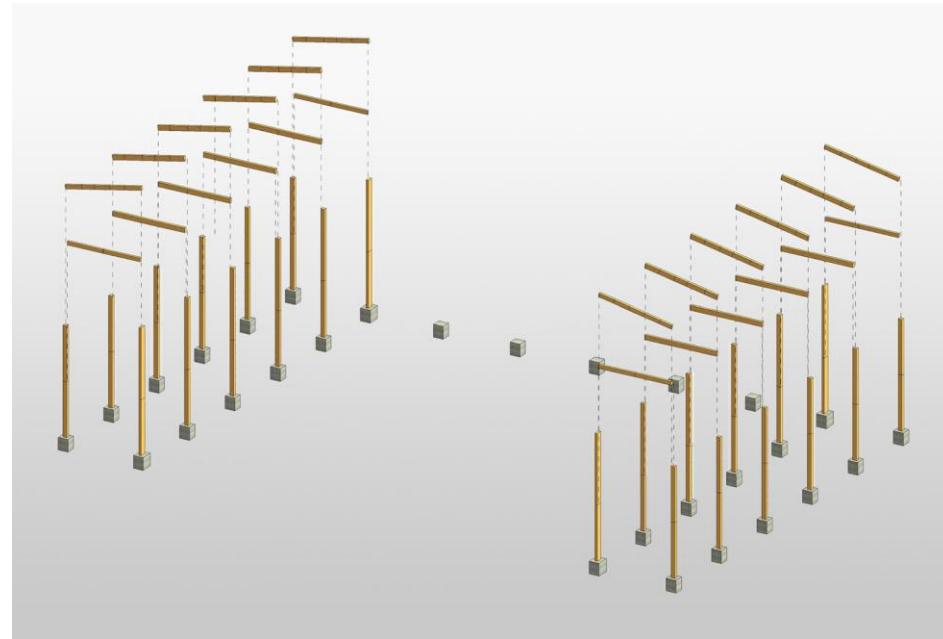
total Camiones 2



# Puesta en Obra



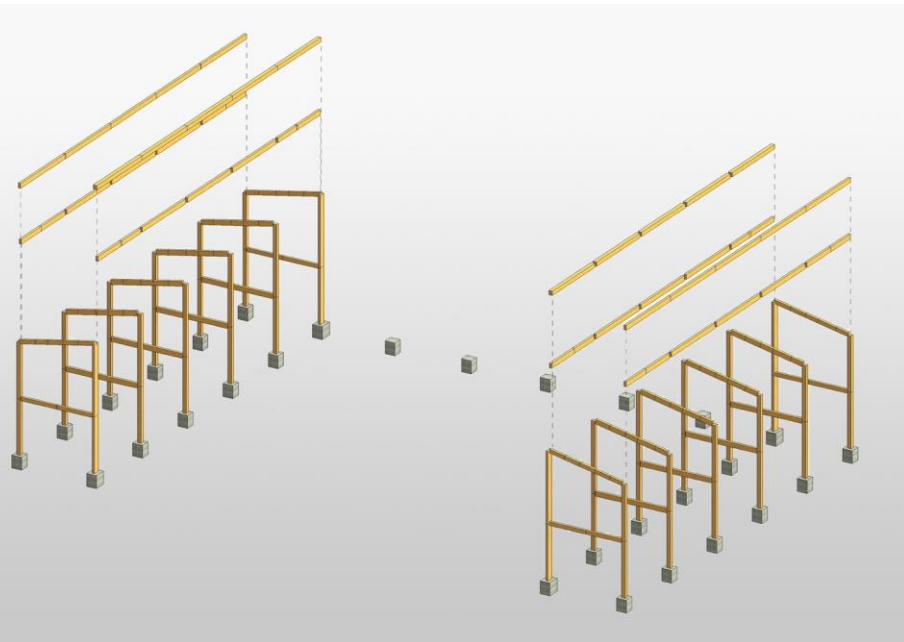
1. Montaje de columnas



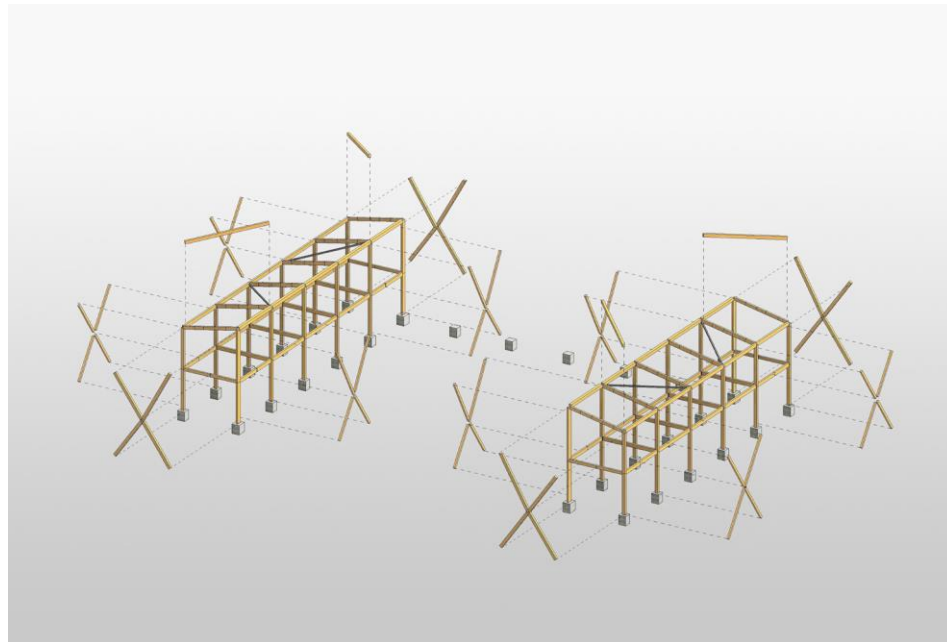
2. Montaje de vigas transversales



# Puesta en Obra

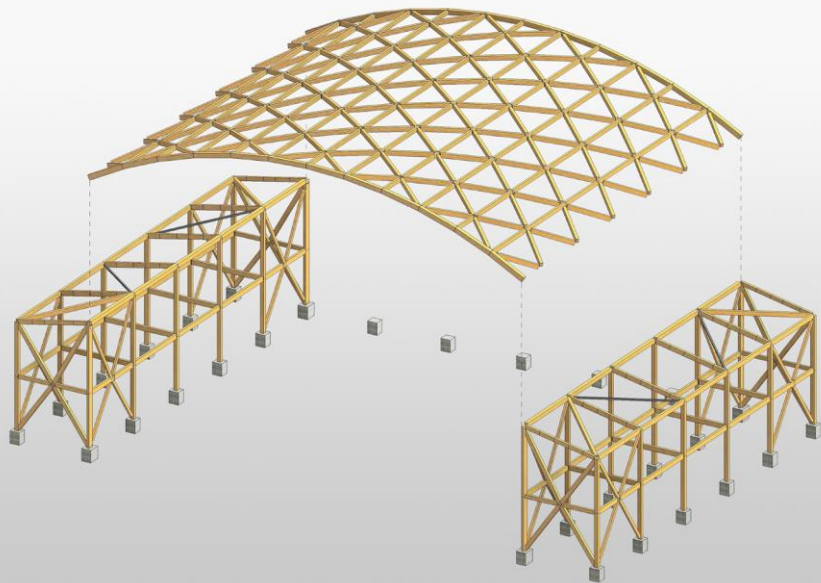


3. Montaje de vigas longitudinales

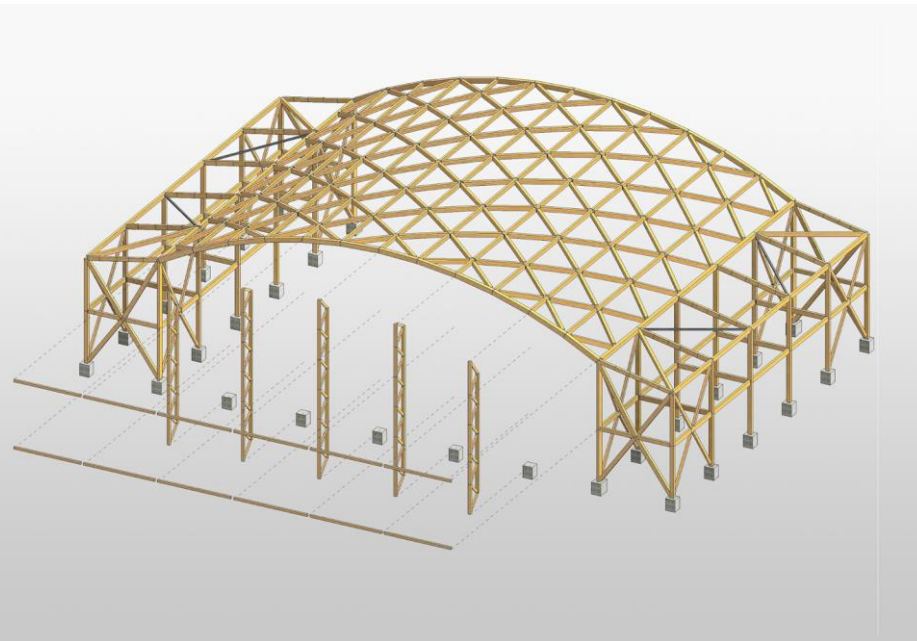


4. Montaje de arriostramiento

# Puesta en Obra

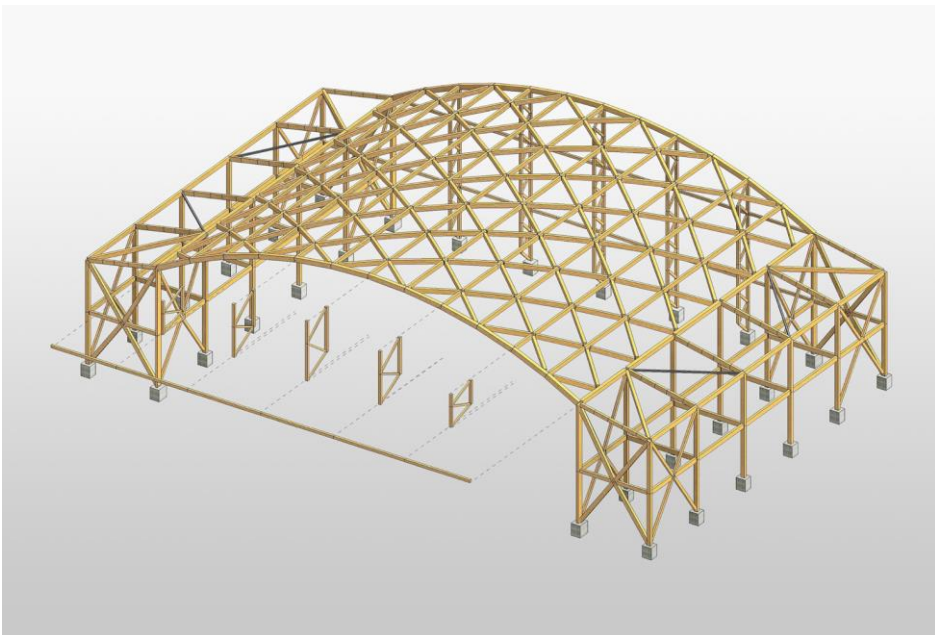


5. Montaje de arco

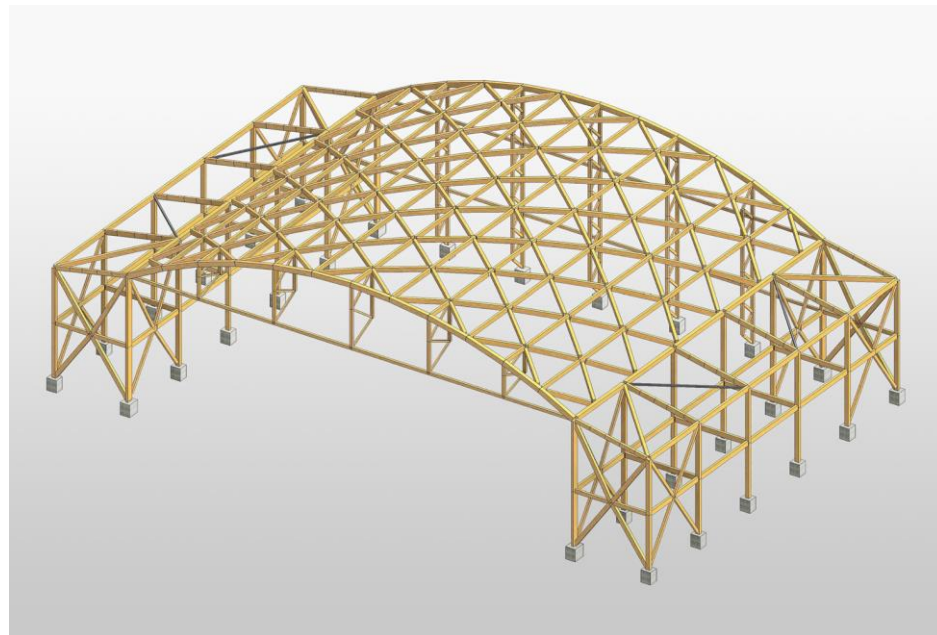


6. Montaje de cierre posterior

# Puesta en Obra



7. Montaje de cierre frontal



8. Estructura terminada

# conclusiones

## **Beneficios de construcción en madera**

Proceso sostenible

Permite un proceso industrializado: prefabricado y optimización en tiempo de construcción

La madera presenta buen comportamiento en tracción y compresión

El uso de maderas laminadas permite diseños con luz amplia

Las estructuras de madera tienen buen comportamiento en contra del fuego

## **Beneficios de Dlubal**

El uso de softwares como Dlubal facilita la conexión BIM directamente con los programas de diseño

Tanto los cálculos de predimensionado como los programas de cálculo de estructuras permite a los arquitectos un mejor criterio cuando se enfrenta a estructuras portantes.

El uso de programas como Dlubal y su módulo Timber Pro permite comprobar cálculos para optimizar la sección de los elementos construidos