

APÉNDICE 1. CÁLCULO DE LA CUBIERTA

ÍNDICE

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO**
 - 2.1. Normativa utilizada**
 - 2.2. Características de los materiales**
 - 2.3. Acciones de cálculo**
 - 2.3.1. Valores característicos de las acciones
 - 2.3.1.1. Acciones permanentes (G)
 - 2.3.1.2. Acciones variables (Q)
 - 2.3.1.3. Acciones accidentales (A)
 - 2.3.2. Valores representativos de las acciones
 - 2.3.3. Valores de cálculo de las acciones
 - 2.4. Combinación de acciones**
 - 2.4.1. Estados límites últimos
 - 2.4.2. Estados límites de servicio
 - 2.5. Programas informáticos empleados**
- 3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA**
 - 3.1. Estructura principal.**
 - 3.2. Uniones**
 - 3.3. Anclaje en cimentación.**
 - 3.3.1. Anclaje pilares pórtico interior
 - 3.3.2. Anclaje pilares pórtico de cierre.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente apéndice es justificar el dimensionamiento de las siguientes estructuras del *Proyecto de Urbanización de la Unidad de Ejecución 1 de la Actuación Integrada 1 del Área Mixta de Zorrotzaurre*:

- Cubierta y cierre de zona deportiva

2. BASES DE CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO

2.1. Normativa utilizada

En los cálculos realizados se han utilizado las siguientes normativas y recomendaciones:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08
- Instrucción de acero Estructural EAE
- Código Técnico de la Edificación, CTE: DB SE - Seguridad Estructural
- Código Técnico de la Edificación, CTE: DB SE-AE - Acciones en la Edificación
- Código Técnico de la Edificación, CTE: DB SE-A - Madera
- EN 1991-1-4: Eurocódigo 1-Conjunto 1-4: Acciones en estructuras:Cargas de viento
- Código Técnico de la Edificación, CTE: DB SE-C Seguridad Estructural Cimientos
- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

2.2. Características de los materiales

Los materiales a utilizar, así como las características definitorias de los mismos (niveles de control previstos y coeficientes de seguridad), se indican en el cuadro siguiente:

MATERIAL	DEFINICIÓN	TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIM.
Hormigón	Limpieza y nivelación	HL-150/P/40	---	---	---
	Cimentación	HA-35/B/20/IIIc+Qc	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	60 mm
Madera	Toda la obra	GL28h	Normal	$\gamma_m=1.25$	
Acero Pasivo	Toda la obra	B 500 S	Normal	$\gamma_s=1.15$	---
Acero estructural	Chapas	S 275 JR	Normal	$\gamma_s=1.10$	
	Pernos	Grado 8.8	Normal	$\gamma_s=1.10$	
Ejecución	Todos los elementos		Intenso	Según CTE	---

2.3. Acciones de cálculo

2.3.1. Valores característicos de las acciones

2.3.1.1. Acciones permanentes (G)

2.3.1.1.1. Peso propio

Corresponde al peso de los elementos estructurales y su valor característico se deduce utilizando un peso específico de 4.65 kN/m³ para madera.

2.3.1.1.2. Carga muerta

Se han considerado las siguientes cargas:

- Peso propio de correas: 7.5 Kp/m².
- Instalaciones: 10 Kp/m².
- Cerramiento de cubierta: 15 Kp/m².

2.3.1.2. Acciones variables (Q)

2.3.1.2.1. Sobrecarga de uso

Se ha considerado un garga uniforme sobre la proyección horizontal de la superficie de la cubierta de 1,0 [kN/m²]. Se considera además una carga concentrada 2,00 [kN] para comprobaciones locales de capacidad portante.

2.3.1.2.2. Viento

De acuerdo con el CTE la acción de viento o presión estática q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,52 \cdot 1,9 \cdot c_p = 0,99 \cdot c_p \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

siendo:

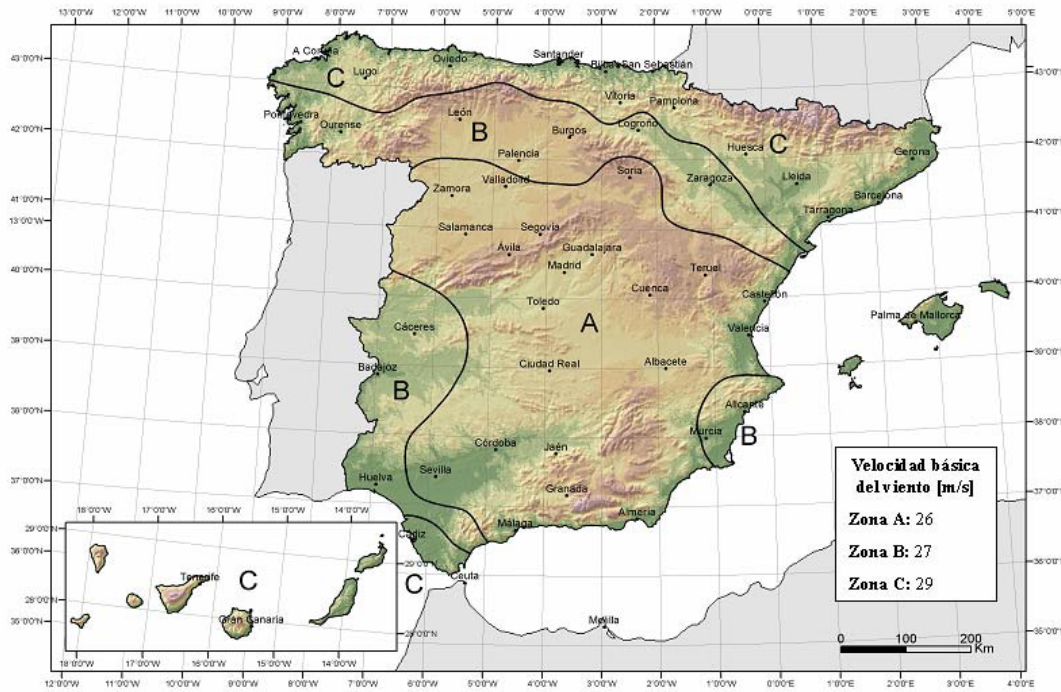
$$q_b = 0,50 \cdot \delta \cdot v_b^2 = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta = \text{densidad de aire} = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

$$v_b = 29 \text{ m/s (zona C)}$$

$$c_e = 1,9 \text{ (para el grado de aspereza IV y la altura de 12,0m)}$$

$$c_p = \text{Coeficiente de presión}$$

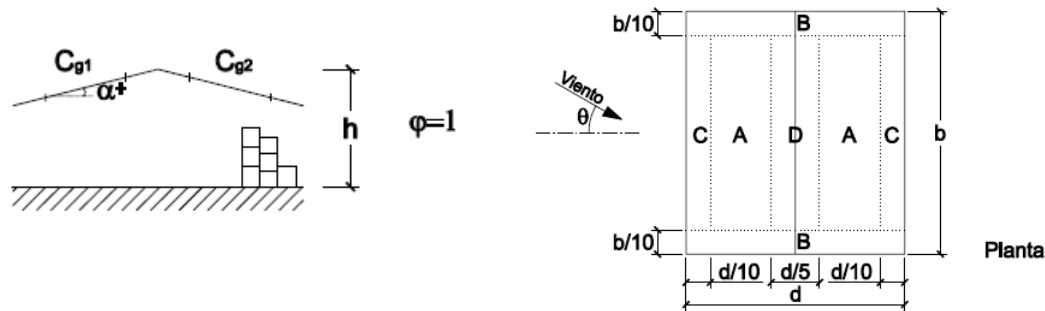


CTE: Valor básico de la velocidad de viento - v_b

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta.

Coefficientes de presión exterior

Anejo D del CTE - Marquesinas a dos aguas



	Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1

	Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

CTE: Tabla 3.4 Valores del coeficiente de exposición c_{ep}

Como el CTE permite el empleo de las tablas de coeficientes de presión de la norma EN 1991-1-4, las mismas se van a utilizar para los casos no incluidos en CTE.

Los coeficientes de presión c_p para el ángulo $\alpha=60^\circ$ y $\varphi=1$:

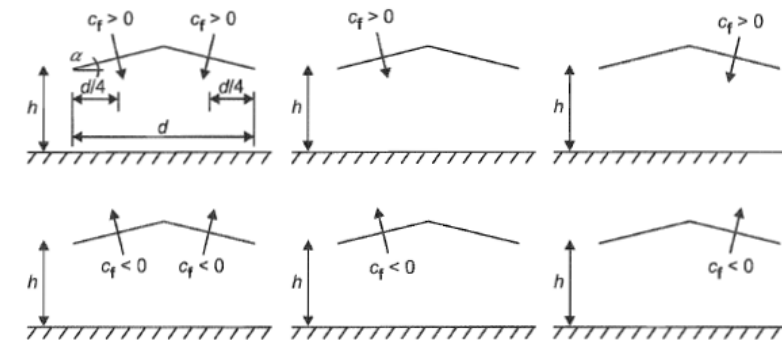
φ	GLOBAL	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D
Max all	0.3	0.62	1.8	1.32	0.4
1	-1.3	-1.3	-2	-1.8	-1.56

El valor negativo del coeficiente significa que el viento tiende a levantar la cubierta y el valor positivo lo contrario.

Los coeficientes de presión para las 4 zonas se van a emplear en el dimensionado de los diferentes elementos de la cubierta y sus conexiones. Para el dimensionamiento de la estructura global se va a utilizar el coeficiente global de la fuerza de viento.

Las acciones de viento $q_e=0,99 \cdot c_p$ toman los valores:

La fuerza global de acción del viento sobre cada uno de los faldones actuara en su centro, de acuerdo con el siguiente esquema:



Eurocódigo 1: Posibles casos de carga del viento en cubierta

Presión sobre la cubierta:

$$F_{w,cub} = 0,52 \cdot 1,9 \cdot c_p = 0,99 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Succión sobre la cubierta:

$$F_{w,cub} = 0,52 \cdot 1,9 \cdot c_p = -0,99 \cdot 1,3 = -1,3 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Presión pared vertical a barlovento:

$$F_{w,cub} = 0,52 \cdot 1,9 \cdot c_p = 0,99 \cdot 0,7 = 0,7 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Succión pared vertical a sotavento:

$$F_{w,cub} = 0,52 \cdot 1,9 \cdot c_p = 0,99 \cdot 0,3 = -0,3 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

2.3.1.2.3. Acciones térmicas

Dada las dimensiones de la estructura, de acuerdo con el CTE no es necesario tener en cuenta los efectos derivados de las acciones térmicas.

2.3.1.2.4. Nieve

Como valor de sobrecarga carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, se ha tomado:

$$q_n = \mu \cdot s_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

siendo:

$$\mu = 1 \text{ (coeficiente de forma de la cubierta)}$$

$$s_k = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Capital	Altitud [m]	Sk [kN/m ²]
Barcelona	0	0,4
Bilbao / Bilbo	0	0,3
Burgos	860	0,6
San Sebastián/Donostia	0	0,3
Santander	0	0,3

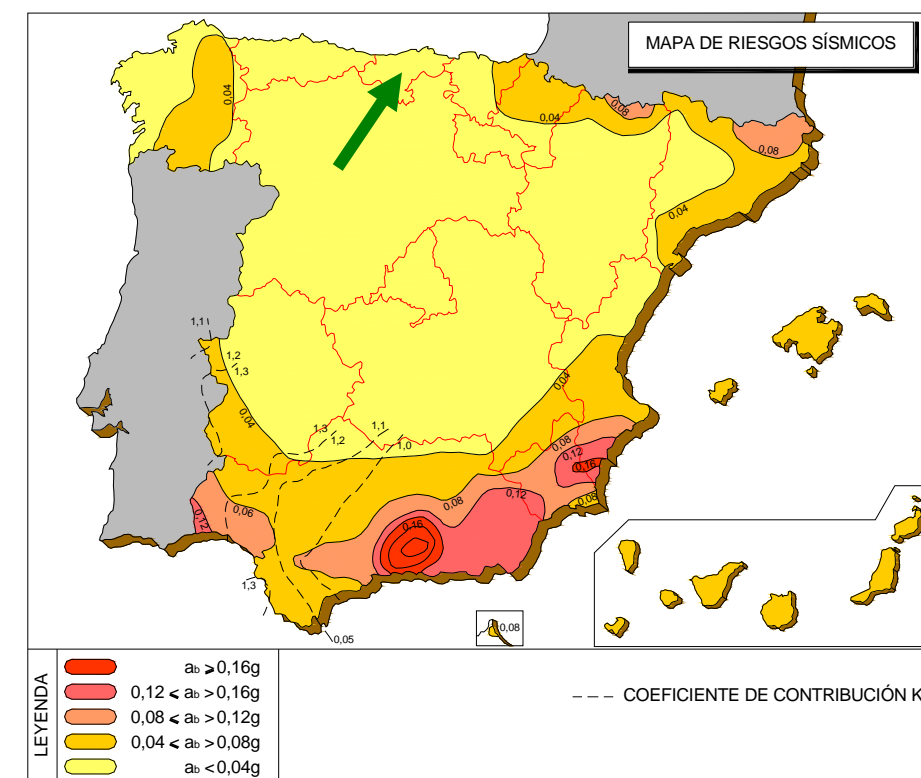
La tabla 3.8 de la CTE: Sobrecarga de nieve

2.3.1.3. Acciones accidentales (A)

2.3.1.3.1. Sismo

La normativa sismorresistente NCSE-02 establece para todo el estado español cinco zonas distintas, en cuanto a la peligrosidad sísmica o intensidad de los posibles sismos que en cada una de ellas puedan ocurrir. En este caso, la localización del proyecto se encuentra una zona de peligrosidad baja con aceleración sísmica básica $a_b/g < 0,04$ y el coeficiente de contribución $K=1,00$.

Según la Norma no será necesaria la aplicación de la misma en esta zona por lo que no se tendrán en cuenta los posibles efectos del sismo en los modelos de cálculo realizados.



Mapa de peligrosidad de Construcción Sismorresistente NCSE – 2002.

La zona de estudio se señala con una flecha verde.

2.3.2. Valores representativos de las acciones

Las acciones permanentes se representan por sus valores característicos G_k

Las acciones variables, en función de la situación de proyecto considerada y el estado límite comprobado, tienen distintos valores representativos:

- Valor característico Q_k : Será el valor de la acción cuando actúe aisladamente.
- Valor de combinación $\Psi_0 Q_k$: Será el valor de la acción cuando con alguna otra acción variable
- Valor frecuente $\Psi_1 Q_k$: Será el valor de la acción que sea sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto a la vida útil de la estructura.

- Valor casi-permanente $\Psi_2 Q_k$: Será el valor de la acción que sea sobrepasado durante una gran parte de la vida útil de la estructura

Los coeficientes de combinación adoptados para las acciones variables de acuerdo con Documento Básico SE - Seguridad estructural, son:

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento			
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno			
	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

2.3.3. Valores de cálculo de las acciones

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ_F a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior. Los mismos están definidos en la siguiente tabla del Documento Básico SE - Seguridad estructural:

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación (1)	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		desestabilizadora	estabilizadora
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

(1) Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

2.4. Combinación de acciones

2.4.1. Estados límites últimos

Situación persistente

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_j \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,i}$ = valor representativo de cada acción permanente

$G_{k,j}^*$ = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante

$Q_{k,1}$ = valor característico de la acción variable dominante

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ = valores de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

2.4.2. Estados límites de servicio

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

2.5. Programas informáticos empleados

Para el desarrollo de los cálculos necesarios para el completo y correcto diseño de las estructuras se han utilizado los siguientes programas informáticos:

- **CYPE 3D** de Cype Ingenieros: calcula estructuras tridimensionales (3D) definidas con elementos tipo barras en el espacio y nudos en la intersección de las mismas.
- **MATHCAD PRIME 3.1.** Hojas de cálculo elaboradas por Saitec para el cálculo de uniones.

3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA

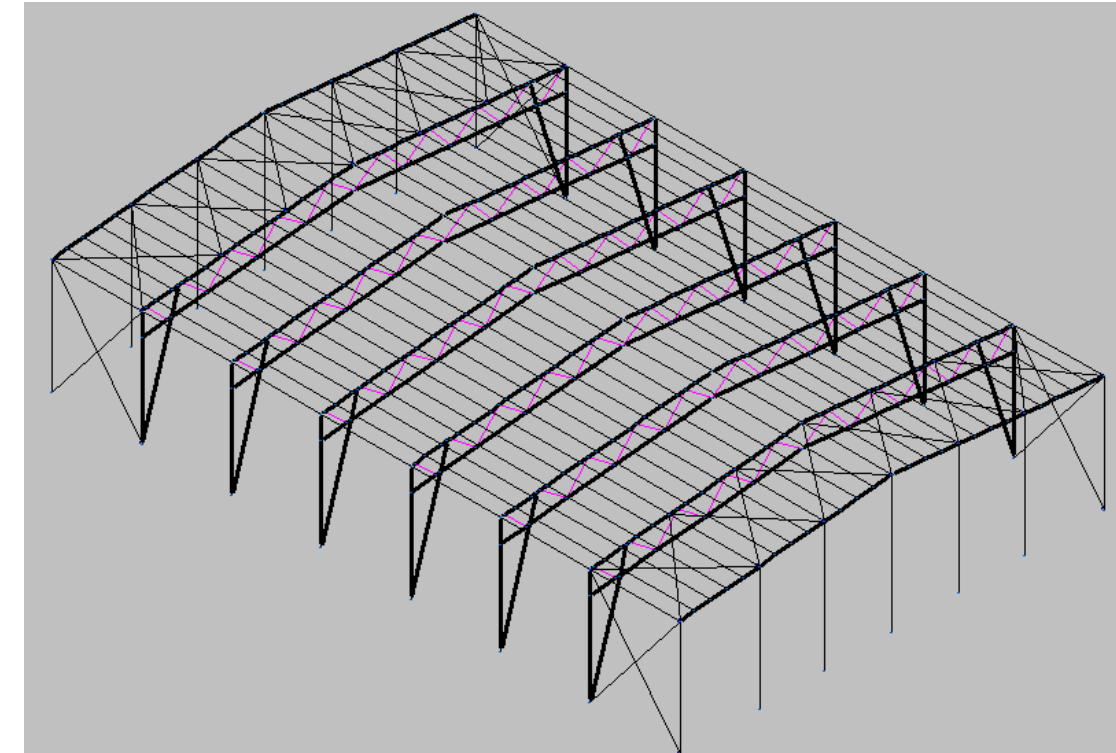
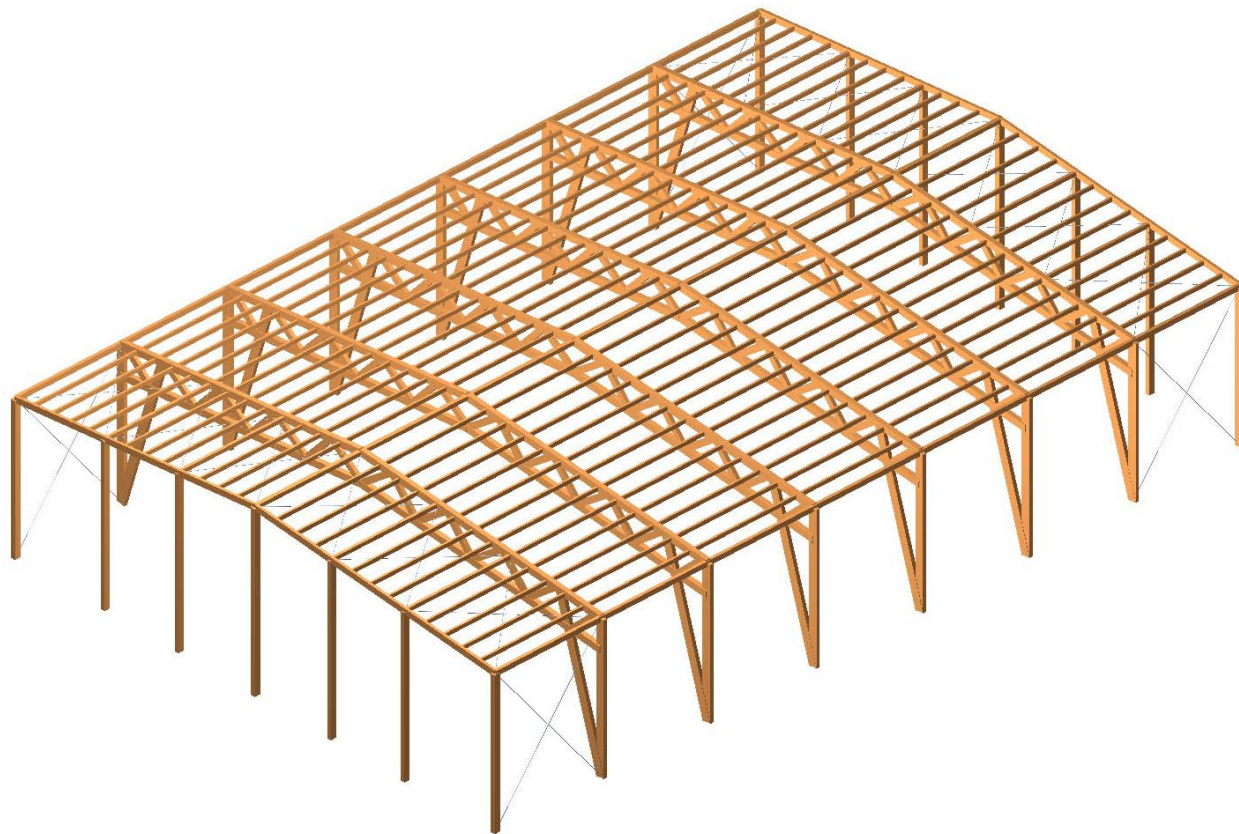
A continuación se adjuntan los datos de entrada, resultados y dimensionamiento de los distintos elementos correspondientes a los modelos de cálculo realizados en cada caso.

3.1. Estructura principal.

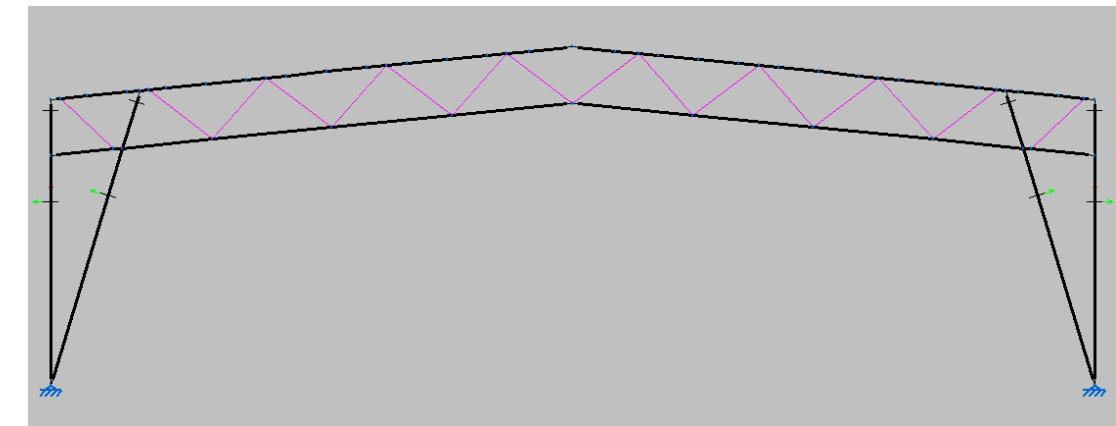
El dimensionamiento de la estructura se ha realizado con el programa Cype3D v2017.f de Cype Ingenieros.

A continuación se adjuntan los listados de cálculo.

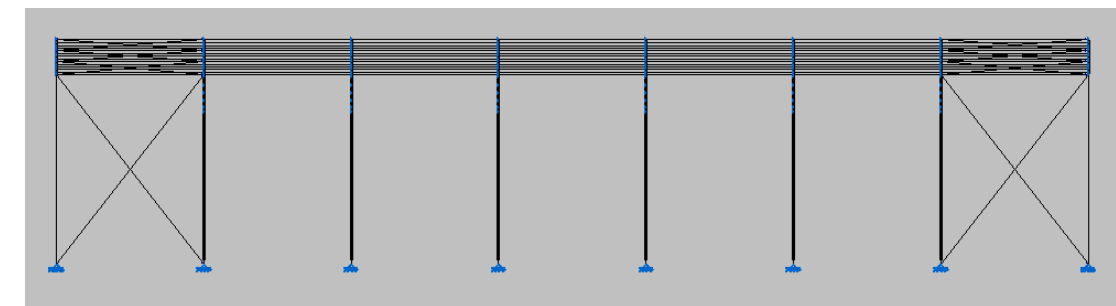
Modelo de cálculo:



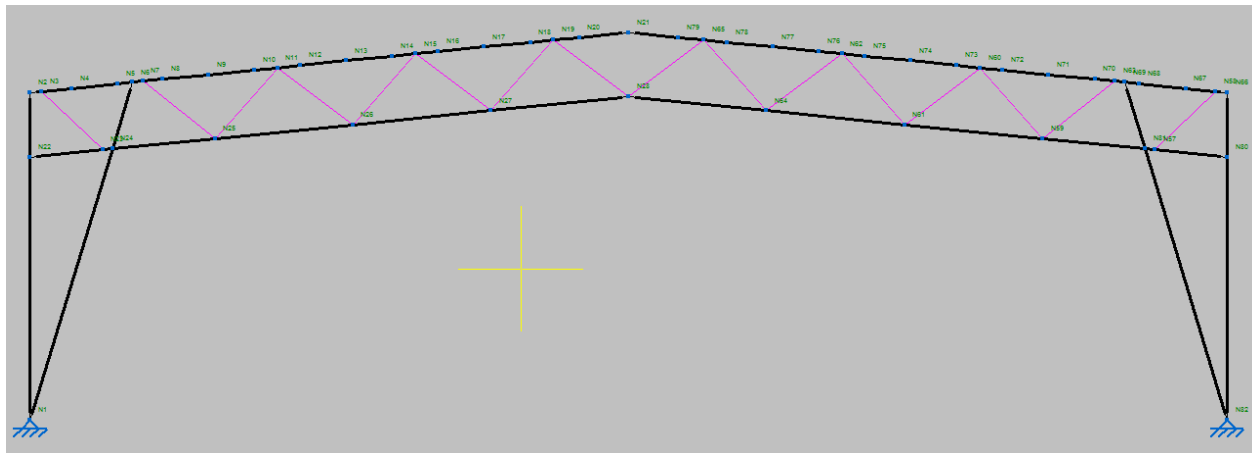
Vista 3D



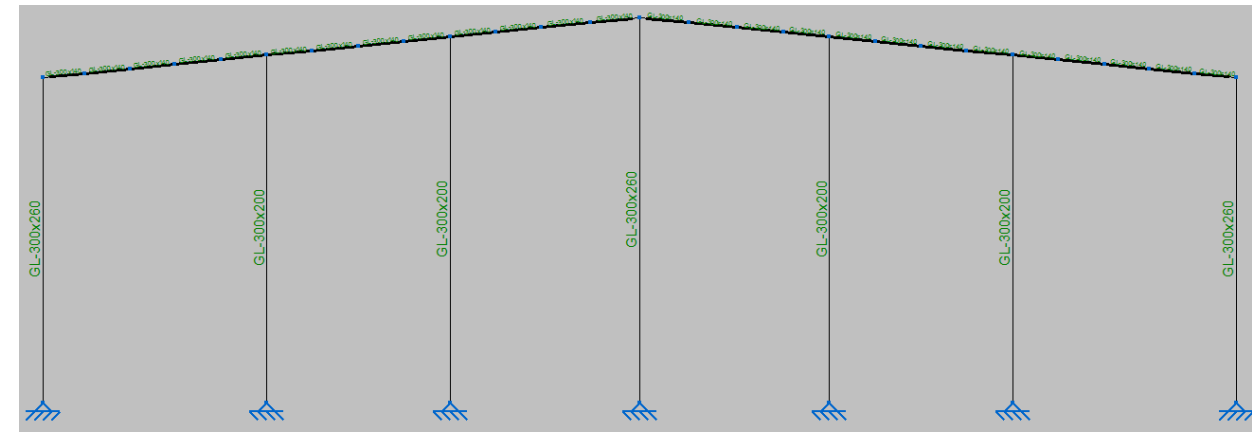
Vista: Portico transversal



Vista lateral

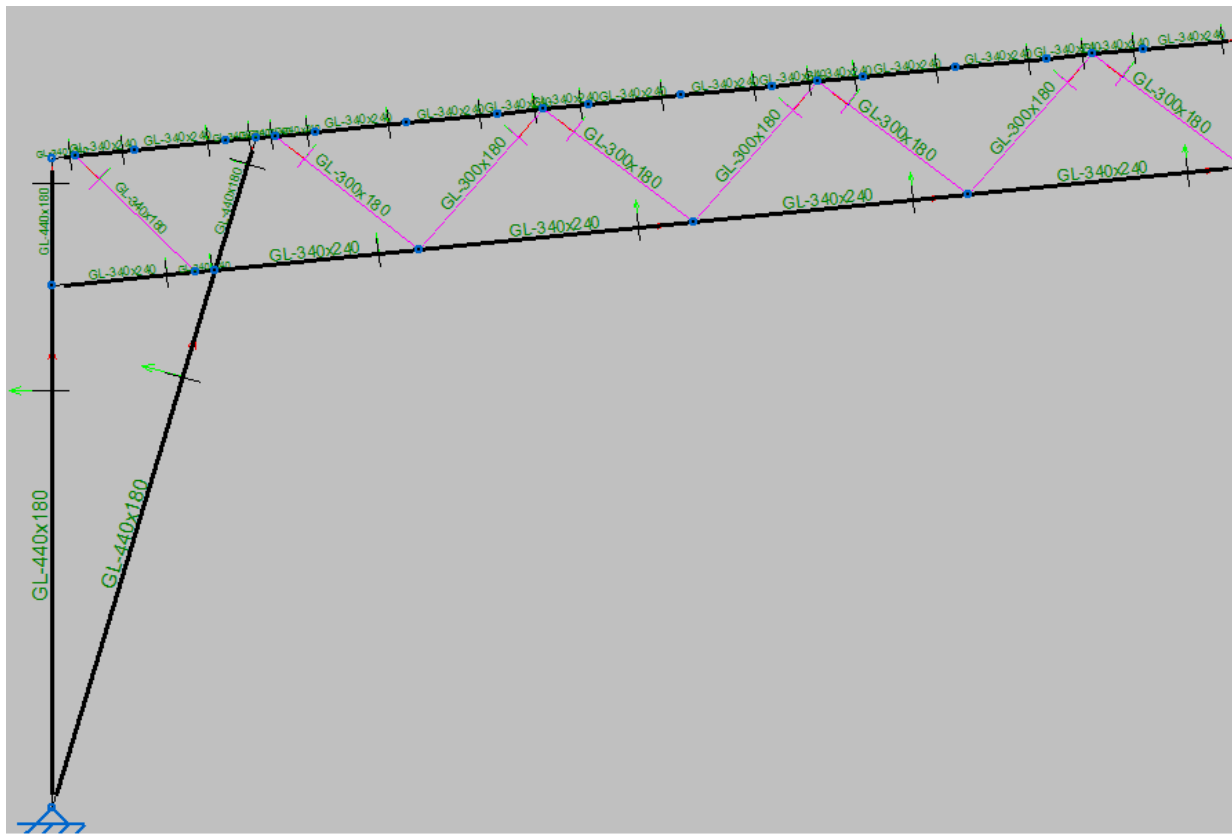


Vista: nudos



Vista perfiles pórtico de cierre

Los cordones superiores e inferiores de la celosía están formados por dos escuadrías de 340x120 mm. Dada la imposibilidad de modelizar perfiles de madera dobles en CYPE, se ha optado por considerar un perfil simple de 340x240 mm y otorgarle una longitud de pandeo en el plano ortogonal al pórtico de tal forma que tenga la misma esbeltez en dicho plano que los perfiles dobles.



Vista perfiles pórtico principal

PARÁMETROS MODELO CYPE

1. Longitud de pandeo de pilares

$$h := 6.15 \text{ m} \quad s := 14 \text{ m} \quad E := 11600 \text{ MPa} \quad I_d := 6840000 \text{ cm}^4 \quad I_p := 127776 \text{ cm}^4$$

$$c := 10000000000 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad N_d := 42 \text{ kN} \quad N_p := 53 \text{ kN}$$

$$\beta := \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_p}{h} \cdot \left(\frac{1}{c} + \frac{s}{3 \cdot E \cdot I_d} \right) + \frac{I_p \cdot N_d \cdot s^2}{I_d \cdot N_p \cdot h^2}} = 2.053$$

$$l_k := \beta \cdot h = 12.629 \text{ m}$$

2. Longitud de pandeo de perfiles dobles

2.1 Esbeltez perfil en CYPE

$$a := 120 \text{ mm} \quad b := 340 \text{ mm} \quad sep := 0 \text{ mm} + a = 0.12 \text{ m}$$

$$N_{cod} := 289.17 \text{ kN} \quad A := a \cdot b \cdot 2 = 0.082 \text{ m}^2 \quad I_y := \frac{2 \cdot a \cdot b^3}{12} = (7.861 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$I_z := 2 \cdot \left(\frac{b \cdot a^3}{12} + \frac{A}{2} \cdot \left(\frac{sep}{2} \right)^2 \right) = (3.917 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$\sigma_{cod} := \frac{N_{cod}}{A} = 3.544 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.9$$

$$f_{c0k} := 26.5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_m := 1.25$$

$$f_{cod} := \frac{f_{c0k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = 19.08 \text{ MPa}$$

$$\beta_c := 0.1 \quad L_{ky} := 2.42 \text{ m} \quad L_{kz} := 19.6 \text{ m}$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 0.098 \text{ m}$$

$$i_z := \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 0.069 \text{ m}$$

$$E_{0k} := 10200 \text{ MPa}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{ky}}{i_y} = 24.656$$

$$\lambda_z := \frac{L_{kz}}{i_z} = 282.902$$

2.2 Longitud de pandeo del modelo para considerar la esbeltez real

$$a := 120 \text{ mm} \quad b := 340 \text{ mm} \quad sep := 180 \text{ mm} + a = 0.3 \text{ m}$$

$$N_{cod} := 289.17 \text{ kN} \quad A := a \cdot b \cdot 2 = 0.082 \text{ m}^2 \quad I_y := \frac{2 \cdot a \cdot b^3}{12} = (7.861 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^4$$

$$I_z := 2 \cdot \left(\frac{b \cdot a^3}{12} + \frac{A}{2} \cdot \left(\frac{sep}{2} \right)^2 \right) = 0.002 \text{ m}^4$$

$$\beta_c := 0.1 \quad L_{ky} := 2.42 \text{ m} \quad L_{kz} := 19.6 \text{ m}$$

$$i_{yc} := \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 0.098 \text{ m}$$

$$i_{zc} := \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 0.154 \text{ m}$$

$$\lambda_{yc} := \frac{L_{ky}}{i_{yc}} = 24.656$$

$$\lambda_{zc} := \frac{L_{kz}}{i_{zc}} = 127.316$$

$$L_{cype} := \lambda_{zc} \cdot i_z = 8.821 \text{ m}$$

Dada la simetría de la estructura se incluyen únicamente los resultados de los elementos de medio pórtico interior y medio pórtico de cierre. Se incluyen también las correas y los arriostramientos.

3.2. Uniones

CÁLCULO DE UNIONES

UNIÓN TIPO 1. UNIÓN ENTRE DIAGONALES Y CORDONES SUPERIORES E INFERIORES

UNIONES CON CONECTORES DENTADOS.
Conectores tipo C1 a C9

datos de perfiles a unir (doble cortadura)

$t_1 := 120 \text{ mm}$ escuadría exterior $t_2 := 180 \text{ mm}$ escuadría interior

$k_{mod} := 0.9$ clase de servicio 2 y corta duración

$\gamma := 1.3$ $\rho := 465 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ densidad de la madera

datos de conectores

$d_c := 62 \text{ mm}$ $h_e := 16 \text{ mm}$ $d := 20 \text{ mm}$ diámetro perno

$f_{uk} := 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ Acero perno 8.8

Resistencia de la unión

$$k_1 := \min\left(1, \frac{t_1}{3 \cdot h_e}, \frac{t_2}{5 \cdot h_e}\right) = 1$$

$$a_{3t} := \max(1.1 \cdot d_c, 80 \text{ mm}, 7 \cdot d) = 0.14 \text{ m}$$

$$k_2 := \min\left(1, \frac{a_{3t}}{1.1 \cdot d_c}\right) = 1 \quad k_3 := \min\left(1.5, \frac{\rho}{350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}\right) = 1.329$$

$$F_{Rk_com} := 18 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \left(\frac{d_c}{1 \text{ mm}}\right)^{1.5} \cdot N = 11.675 \text{ kN}$$

colaboración del perno

$$f_{h0k} := 0.082 \cdot \left(1 - 0.01 \cdot \frac{d}{\text{mm}}\right) \cdot \frac{\rho}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 30.504 \text{ MPa}$$

$$\alpha := 43 \cdot \frac{\pi}{180} \text{ rad}$$

$$k_{90} := 1.35 + 0.015 \cdot \frac{d}{\text{mm}} = 1.65$$

$$f_{hak} := \frac{f_{h0k}}{k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)} = 23.423 \text{ MPa} \quad \gamma := 1.3$$

$$f_{h2k} := f_{h0k} = 30.504 \text{ (MPa)}$$

$$f_{h1k} := f_{hak} = 23.423 \text{ (MPa)}$$

$$M_{yfk} := 0.3 \cdot \frac{f_{uk}}{\text{MPa}} \cdot \left(\frac{d}{\text{mm}}\right)^{2.6} \text{ N} \cdot \text{mm} = (4.634 \cdot 10^5) \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\beta := \frac{f_{h2k}}{f_{h1k}} = 1.302$$

$$F_{Rk_per} := \min\left(t_1 \cdot d \cdot f_{h1k}, 0.5 \cdot f_{h2k} \cdot t_2 \cdot d, 1.05 \cdot \frac{f_{h2k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{yfk}}{f_{h2k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - \beta\right), 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\beta}{(1 + \beta)}} \cdot 2 \cdot M_{yfk} \cdot f_{h1k} \cdot d\right)$$

$$F_{Rk_per} = 24.612 \text{ kN}$$

Resistencia característica al aplastamiento del conector más perno por plano de cortadura:

$$F_{Rk_total} := F_{Rk_per} + F_{Rk_con} = 36.286 \text{ kN}$$

Resistencia de la unión

En la dirección de la diagonal hay tres filas en la dirección paralela a la fibra

$n_{per} := 6$ número de pernos totales

$$F_{Rk_union} := F_{Rk_total} \cdot n_{per} \cdot 2 = 435.434 \text{ kN} \quad 2 \text{ planos cortadura}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 301.454 \text{ kN}$$

La máxima carga en ELU que solicita la unión es **182 kN** (axil máximo en las diagonales), luego la comprobación es satisfactoria.

Resistencia del cordón inferior frente a tracción perpendicular

$$h_e := 20 \text{ mm} \quad f_{vd} := \frac{k_{mod} \cdot 3.2 \text{ MPa}}{\gamma} = 2.215 \text{ MPa}$$

$$R_t := 2 \cdot f_{vd} \cdot h_e \cdot \frac{t_1}{3} = 3.545 \text{ kN} \quad \text{Por perfil}$$

$$R_{2t} := 2 \cdot R_t = 7.089 \text{ kN}$$

El máximo cortante en los cordones superiores e inferiores de la celosía es 18 kN. Luego la comprobación es satisfactoria.

UNIÓN TIPO 2. UNIÓN ENTRE CORDONES INFERIORES EN CUMBRERA

Uniones con chapa y pernos. pieza central de acero de cualquier espesor

$$t_1 := 90 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad f_{h1k} := f_{h0k}$$

$$F_{Rk_per} := \min \left(t_1 \cdot d \cdot f_{h1k}, f_{h1k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left(\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{yrk}}{f_{h1k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - 1 \right), 2.3 \cdot \sqrt{M_{yrk} \cdot f_{h1k} \cdot d} \right)$$

$$F_{Rk_per} = 29.713 \text{ kN}$$

$$n_{per} := 6 \quad F_{Rk_union} := F_{Rk_per} \cdot n_{per} \cdot 2 = 356.551 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 246.843 \text{ kN}$$

La máxima carga en ELU que solicita la unión es **221 kN**, luego la comprobación es satisfactoria.

Comprobación aplastamiento chapa. Resistencia por perno

$$t := 10 \text{ mm} \quad f_u := 430 \text{ MPa} \quad F_{chapa} := \frac{1 \cdot 2.5 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 172 \text{ kN}$$

UNIÓN TIPO 3. UNIÓN ENTRE CORDONES SUPERIORES EN CUMBRERA

2 piezas laterales. Cortadura simple. Placa delgada

$$t_1 := 120 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad f_{h1k} := f_{h0k}$$

$$n_{per} := 9$$

$$F_{Rk_per} := \min \left(0.4 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{h1k}, 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{yrk} \cdot f_{h1k} \cdot d} \right) = 27.346 \text{ kN}$$

$$F_{Rk_union} := F_{Rk_per} \cdot n_{per} = 246.115 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 170.387 \text{ kN}$$

La máxima carga en ELU que solicita cada cordón superior es **132 kN**, luego la comprobación es satisfactoria.

Comprobación aplastamiento chapa.

$$t := 10 \text{ mm} \quad f_u := 430 \text{ MPa} \quad e_1 := 50 \text{ mm} \quad e_2 := 50 \text{ mm}$$

$$p_1 := 93 \text{ mm} \quad p_2 := 75 \text{ mm}$$

$$\alpha := \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d}, \frac{p_1}{3 \cdot d} - 0.25, 1 \right) = 0.833$$

$$\beta := \min \left(\frac{2 \cdot e_2}{d} - 1.7, \frac{1.4 \cdot p_2}{d} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5$$

$$F_{chapa} := \frac{\alpha \cdot \beta \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 143.333 \text{ kN}$$

Además el rigidizador vertical ha de resistir la componente vertical de desviación de axiles

$$Nd_{max} := 330 \text{ kN} \quad \alpha := 6^\circ \quad \text{pendiente de la cubierta}$$

$$A_{rig} := 12 \text{ mm} \cdot 180 \text{ mm}$$

$$F_v := 2 \cdot Nd_{max} \cdot \sin(\alpha) = 68.989 \text{ kN}$$

$$\sigma := \frac{F_v}{A_{rig}} = 31.939 \text{ MPa} \quad \text{Hay que comprobar la abolladura del panel, pero en principio las tensiones son bajas}$$

UNIÓN TIPO 4. UNIÓN BASE DEL PILAR

Unión BASE del pilar. Pieza central de madera placa delgada

$$t_1 := 180 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad f_{h1k} := f_{h0k}$$

Reacciones en el pilar:

$$R_h := 124 \text{ kN} \quad R_v := 207 \text{ kN} \quad (\text{ascendente})$$

$$R_\alpha := \sqrt{R_h^2 + R_v^2} = 241.299 \text{ kN} \quad \alpha := \text{atan}\left(\frac{R_h}{R_v}\right) = 0.54$$

$$f_{h0k} := \frac{f_{h0k}}{k_{90} \cdot \sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha)} = 26.035 \text{ MPa}$$

$$F_{Rk_per} := \min\left(0.5 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{h0k}, 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{yrk} \cdot f_{h0k} \cdot d}\right) = 25.264 \text{ kN} \quad \text{por plano de corte}$$

$$n_{per} := 10$$

$$F_{Rk_union} := F_{Rk_per} \cdot n_{per} \cdot 2 = 505.274 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 349.805 \text{ kN}$$

Resistencia del cordón inferior frente a tracción perpendicular

$$h_e := 450 \text{ mm} \quad f_{vd} := \frac{k_{mod} \cdot 3.2 \text{ MPa}}{\gamma} = 2.215 \text{ MPa}$$

$$R_t := 2 \cdot f_{vd} \cdot h_e \cdot \frac{t_1}{3} = 119.631 \text{ kN}$$

UNIÓN TIPO 5. ENSAMBLAJE ENTRE PILARES

Unión entre pilares pieza central de acero de cualquier espesor

$$t_1 := 90 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad f_{h1k} := f_{h0k}$$

$$F_{Rk_per} := \min\left(t_1 \cdot d \cdot f_{h1k}, f_{h1k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left(\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{yrk}}{f_{h1k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - 1\right), 2.3 \cdot \sqrt{M_{yrk} \cdot f_{h1k} \cdot d}\right)$$

$$F_{Rk_per} = 29.713 \text{ kN}$$

$$n_{per} := 8$$

$$F_{Rk_union} := F_{Rk_per} \cdot n_{per} \cdot 2 = 475.401 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 329.124 \text{ kN}$$

Unión pilar. pieza central de acero de cualquier espesor

$$t_1 := 90 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad f_{h1k} := f_{h0k}$$

$$F_{Rk_per} := \min\left(t_1 \cdot d \cdot f_{h1k}, f_{h1k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left(\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{yrk}}{f_{h1k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - 1\right), 2.3 \cdot \sqrt{M_{yrk} \cdot f_{h1k} \cdot d}\right) = 29.713 \text{ kN}$$

$$n_{per} := 8 \quad F_{Rk_union} := F_{Rk_per} \cdot n_{per} \cdot 2 = 475.401 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 329.124 \text{ kN}$$

Comprobación chapa

$$t := 10 \text{ mm} \quad f_u := 430 \text{ MPa}$$

$$F_{chapa} := \frac{1 \cdot 2.5 \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 172 \text{ kN}$$

UNIÓN TIPO 6. DINTEL-PILAR EN PORTICO DE CIERRE

Estas unione han de resistir la fuerza vertical ascendente en la unión y el esfuerzo que tracciona los pernos.

$$F_v := 26 \text{ kN} \quad \text{Tracción máxima en pilares}$$

$$F_t := 9 \text{ kN} \quad \text{Cortante máximo en pilares}$$

UNIONES CON CONECTORES DENTADOS.
Conectores tipo C1 a C9

datos de perfiles a unir (simple cortadura)

$$t_1 := 140 \text{ mm} \quad \text{dintel} \quad t_2 := 300 \text{ mm} - t_1 \quad \text{pilar}$$

$$k_{mod} := 0.9 \quad \text{clase de servicio 2 y corta duración}$$

$$\gamma := 1.3 \quad \rho := 465 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{densidad de la madera}$$

datos de conectores

$$d_c := 62 \text{ mm} \quad h_e := 16 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad \text{diámetro perno}$$

$$f_{uk} := 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Acero perno 8.8}$$

Resistencia de la unión

$$k_1 := \min\left(1, \frac{t_1}{3 \cdot h_e}, \frac{t_2}{5 \cdot h_e}\right) = 1$$

$$a_{3t} := \max(1.1 \cdot d_c, 80 \text{ mm}, 7 \cdot d) = 0.14 \text{ m}$$

$$k_2 := \min\left(1, \frac{a_{3t}}{1.1 \cdot d_c}\right) = 1 \quad k_3 := \min\left(1.5, \frac{\rho}{350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}\right) = 1.329$$

$$F_{Rk_con} := 18 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \left(\frac{d_c}{1 \text{ mm}}\right)^{1.5} \cdot \text{N} = 11.675 \text{ kN}$$

colaboración del perno

$$f_{h0k} := 0.082 \cdot \left(1 - 0.01 \cdot \frac{d}{\text{mm}}\right) \cdot \frac{\rho}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 30.504 \text{ MPa}$$

$$\alpha := 6 \cdot \frac{\pi}{180} \text{ rad}$$

$$k_{90} := 1.35 + 0.015 \cdot \frac{d}{\text{mm}} = 1.65$$

$$f_{hak} := \frac{J_{h0k}}{k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2} = 30.289 \text{ MPa} \quad \gamma := 1.3$$

$$f_{h2k} := f_{h0k} = 30.504 \text{ (MPa)} \quad f_{h1k} := f_{hak} = 30.289 \text{ (MPa)}$$

$$M_{yrk} := 0.3 \cdot \frac{f_{uk}}{\text{MPa}} \cdot \left(\frac{d}{\text{mm}}\right)^{2.6} \text{ N} \cdot \text{mm} = (4.634 \cdot 10^5) \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\beta := \frac{f_{h2k}}{f_{h1k}} = 1.007$$

$$F_{Rk_per} := \min\left(t_1 \cdot d \cdot f_{h1k}, 0.5 \cdot f_{h2k} \cdot t_2 \cdot d, 1.05 \cdot \frac{f_{h1k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left(\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{yrk}}{f_{h1k} \cdot t_1^2 \cdot d}} - \beta\right), 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\beta}{(1 + \beta)} \cdot 2 \cdot M_{yrk} \cdot f_{h1k} \cdot d}\right)$$

$$F_{Rk_per} = 27.298 \text{ kN}$$

Resistencia característica al aplastamiento del conector más perno por plano de cortadura:

$$F_{Rk_total} := F_{Rk_per} + F_{Rk_con} = 38.972 \text{ kN}$$

Resistencia de la unión

$$n_{per} := 2 \quad \text{número de pernos totales}$$

$$F_{Rk_union} := F_{Rk_total} \cdot n_{per} \cdot 1 = 77.945 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 53.962 \text{ kN}$$

la comprobación es satisfactoria.

Resistencia del pilar frente a tracción perpendicular

$$h_e := 180 \text{ mm} \quad f_{vd} := \frac{k_{mod} \cdot 3.2 \text{ MPa}}{\gamma} = 2.215 \text{ MPa}$$

$$R_t := 2 \cdot f_{vd} \cdot h_e \cdot \frac{t_1}{3} = 37.218 \text{ kN}$$

la comprobación es satisfactoria.

Resistencia a tracción de la unión

LA tensión de cálculo bajo la arandela debe limitarse a 3fc,90,k

$$d_{ar} := 36 \text{ mm} = 0.036 \text{ m}$$

$$R_{arandela} := 3 \cdot 3 \text{ MPa} \cdot \frac{\pi \cdot d_{ar}^2}{4} = 9.161 \text{ kN}$$

UNIÓN TIPO 7. UNIÓN BASE DE PILARES DE PORTICO DE CIERRE

Unión BASE del pilar. Pieza central de madera placa delgada

$$t_1 := 200 \text{ mm} \quad d := 20 \text{ mm} \quad f_{h1k} := f_{h0k}$$

Reacciones en el pilar:

$$R_h := 62 \text{ kN} \quad R_v := 72 \text{ kN} \quad (\text{ascendente})$$

$$R_\alpha := \sqrt{R_h^2 + R_v^2} = 95.016 \text{ kN} \quad \alpha := \text{atan}\left(\frac{R_h}{R_v}\right) = 0.711$$

$$f_{hak} := \frac{f_{h0k}}{k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2} = 23.892 \text{ MPa}$$

$$F_{Rk_per} := \min(0.5 \cdot t_1 \cdot d \cdot f_{hak}, 1.15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{yrk} \cdot f_{hak} \cdot d}) = 24.201 \text{ kN} \quad \text{por plano de corte}$$

$$n_{per} := 6$$

$$F_{Rk_union} := F_{Rk_per} \cdot n_{per} \cdot 2 = 290.417 \text{ kN}$$

$$F_{Rd_union} := F_{Rk_union} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma} = 201.058 \text{ kN}$$

Resistencia frente a tracción perpendicular

$$h_e := 250 \text{ mm} \quad f_{vd} := \frac{k_{mod} \cdot 3.2 \text{ MPa}}{\gamma} = 2.215 \text{ MPa}$$

$$R_t := 2 \cdot f_{vd} \cdot h_e \cdot \frac{t_1}{3} = 73.846 \text{ kN}$$

3.3. Anclaje en cimentación**3.3.1. Anclaje pilares pórtico interior****1.- ESTRUCTURA****1.1.- Uniones****1.1.1.- Comprobaciones en placas de anclaje**

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

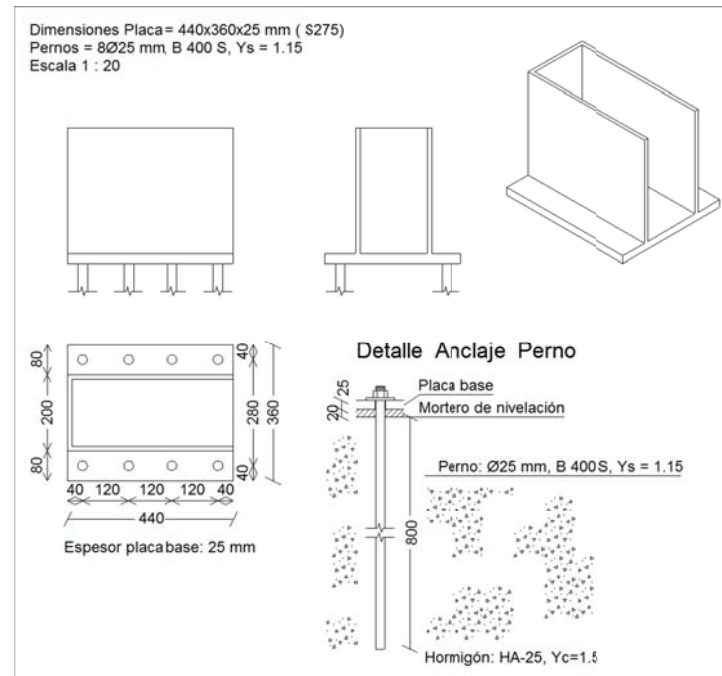
3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

1.1.2.- Memoria de cálculo

1.1.2.1.- Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		440	360	25	8	25	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:	Valores	Estado
Comprobación		
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 120 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple

Referencia:	Valores	Estado
Comprobación		
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 170.95 kN Calculado: 122.09 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 119.67 kN Calculado: 28.26 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 170.95 kN Calculado: 162.47 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 124.92 kN Calculado: 114.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 255.172 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 26.5 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:		
- Derecha:	Calculado: 0 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 0 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 246.932 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 175.475 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 100000	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 100000	Cumple
- Arriba:	Calculado: 711.86	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1033.26	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

d) Medición

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T25
Arandelas	8	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	440x360x25	31.09
	Total			31.09
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 870	26.82
	Total			26.82

3.3.2. Anclaje pilares pórtico de cierre.

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: C. Zonas de acceso al público

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Uniones

2.1.1.- Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

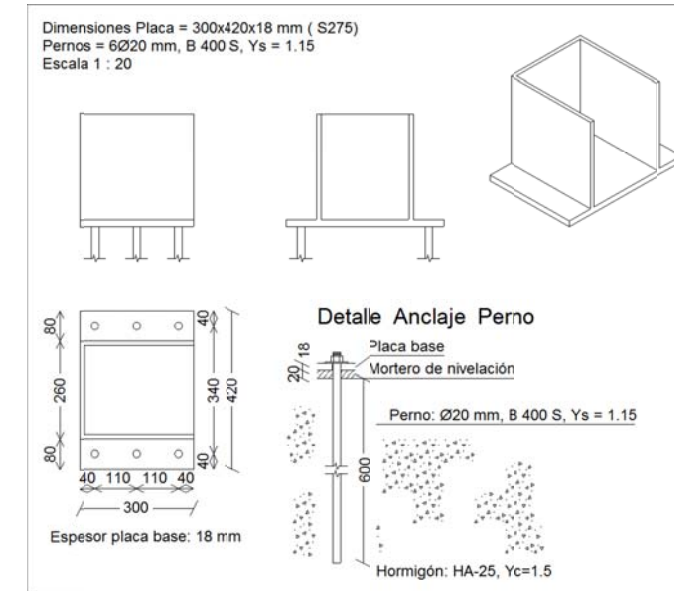
b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

2.1.2.- Memoria de cálculo

2.1.2.1.- Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Pieza	Elementos complementarios								
	Geometría			Taladros		Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _v (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		300	420	18	6	20	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 110 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 102.57 kN Calculado: 67.72 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 71.8 kN Calculado: 16.89 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 102.57 kN Calculado: 91.85 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 79.89 kN Calculado: 63.47 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 224.225 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 188.57 kN Calculado: 15.84 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 0 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 0 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 231.068 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 200.067 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 100000	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 100000	Cumple
- Arriba:	Calculado: 684.251	Cumple
- Abajo:	Calculado: 851.621	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

d) Medición

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x420x18	17.80
	Total			17.80
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 20 - L = 658	9.74
	Total			9.74

APÉNDICE 2. JUSTIFICACION DE ACCESIBILIDAD

ÍNDICE

1. **NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD EN EL ENTORNO URBANO**
2. **NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD EN LOS EDIFICIOS**

NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD EN EL ENTORNO URBANO **F.ACC/URB.A.II**

AMBITO DE APLICACIÓN: El diseño de planos y la redacción de determinaciones de los instrumentos de planeamiento, y la redacción y ejecución de proyectos de Urbanización, así como el diseño, características y colocación de mobiliario urbano.
ELEMENTOS DE URBANIZACIÓN: Se considerarán como tales; La pavimentación, abastecimiento y distribución de aguas, saneamiento y alcantarillado, distribución de energía eléctrica, gas, telefonía y telemática, alumbrado público, jardinería y aquellas otras que materialicen las indicaciones de los instrumentos de planeamiento urbanístico.



APARTADO	NORMATIVA. Decreto 68/2000 de 11 de Abril. Anejo II	PROYECTO
ITINERARIOS PEATONALES (Anejo II, Art.3.2) Públicos y Privados de uso comunitario.	ANCHO Min. General Si densidad. $A \geq 200$ cm $A \geq 150$ cm, con rellanos intermedios $\varnothing = 180\text{cm}/20\text{m}$ máx. PENDIENTE Longitudinal $P \leq 6\%$ Transversal $P \leq 2\%$. Recomend. 1,5% ALTURA Libre de paso $h \geq 2,20\text{m}$ BORDILLO Acera altura $h \leq 12\text{cm}$ máxima. Excepcionalmente, cuando en la construcción de itinerarios peatonales aparezcan contradicciones con la normativa urbanística o sectorial concurrente en el área o sean de difícil materialización por razones topográficas, será preciso justificar la solución en un informe de los Servicios Municipales, previo a la concesión de licencia.	$A > 200$ cm $P \leq 6\%$ $P \leq 1.5\%$ $h > 2,20$ m $h = 12$ cm
PAVIMENTO (Anejo II, Art.3.3.)	Pavimentos Duros. Antideslizante y sin resaltos. Pavimentos Blandos. Suficientemente compactados, que impidan deslizamientos y hundimientos. Rejas y registros. de los itinerarios y pasos peatonales, enrasados con el pavimento circundante de material antideslizante aún en mojado, serán de cuadrícula de apertura $\leq 1,0 \times 1,0$ cm, si invade el ancho mínimo del itinerario peatonal y sino de $2,5 \times 2,5$ cm. Alcorques. Serán elementos enrasados al pavimento y no deformables. De ser enrejados cumplirán con lo anteriormente dispuesto para Rejas y registros. SEÑALIZACIÓN Anejo IV: De Desniveles, Depresiones y Cambios de Cota, mediante Franjas Señalizadoras , Perpendiculares al sentido de marcha, de Anchura $\geq 1\text{m}$ y con Pavimento de textura y color diferentes.	<input checked="" type="checkbox"/> Cumple <input checked="" type="checkbox"/> Cumple Rejilla=Tipo Ayuntamiento Cumple
VADOS DE VEHÍCULOS (Anejo II, Art.3.4)	El itinerario peatonal que atraviesen no debe verse afectado por pendientes superiores a las definidas para los itinerarios peatonales. Cuando lo anteriormente expuesto no pueda darse, al menos 150cm de acera respetarán dichas pendientes. Si la acera fuese de 150cm, se deberá rebajar el bordillo.	
PASO DE PEATONES (Anejo II, Art.3.5)	VADO PEATONAL. Planos inclinados: ANCHO mínimo a cota de calzada = Paso peatones PENDIENTE Longitudinal $P \leq 8\%$ Transversal $P \leq 1,5\%$ ACERA a respetar de anchura $A \geq 150$ cm En aceras estrechas rebajar la acera en todo el ancho del paso peatonal con planos inclinados que respeten las pendientes fijadas ISLETA A nivel de calzada ANCHO $A \geq 2\text{m}$. en viales con doble Sentido y tres o más carriles: SEÑALIZACIÓN Anejo IV: El pavimento en las isletas y en el ancho del vado peatonal ampliado en un metro en todo su perímetro será igual a la franja señalizadora , materializado a través de baldosas u otro tipo de material con protuberancias o tetones de 25mm de \varnothing , 6mm de altura y 67mm de separación entre centros, antideslizantes y contrastadas en color.	Tipo Ayuntamiento A mín. 4 m $P = 8\%$ $P = 1,5\%$ $A = 8$ m
PARQUES, JARDINES, PLAZAS (Anejo II, Art.3.6)	ANCHO (CAMINOS y SENDAS) $A \geq 2,00$ m DESNIVELES Mediante Itinerario Peatonal DESNIVELES $\geq 0,40\text{m}$ Elementos continuos de protección	A mín. 2,00 m $A =$ mín. 2,00 m $P =$ máx 6%

ESCALERAS (Anejo II, Art.3.7)	DIRECTRIZ recta Directriz caracol o abanico, si huella mínima ≥ 35 cm ANCHO $A \geq 200$ cm HUELLA $h \geq 35$ cm CONTRAHUELLA $t \leq 15$ cm Prohibido sin contrahuellas Nº PELDAÑOS mínimo -máximo $3 \leq N^\circ \leq 12$ Extremo libre escalón resalto $h \geq 3$ cm DESCANSILLO. FONDO $B \geq 150$ cm PASAMANOS Para cualquier ancho Obligatorio a ambos lados Para ancho ≥ 240 cm Además intermedio uno a $H = 100 \pm 5$ cm otro a $H = 70 \pm 5$ cm Prolongación en los extremos $L = 45$ cm ALTURA LIBRE bajo escalera $H \geq 220$ cm Intrados del tramo inferior Cerrarlo hasta 220cm PAVIMENTO Antideslizante BANDAS en borde peldaño $A = 5-10\text{cm}$, antideslizantes y de textura y color diferentes	Directriz =Recta $A \geq 420$ cm $h \geq 30$ cm $t \leq 15$ cm $N^\circ = 5$ No Aplica No Aplica No Aplica Cumple Cumple
	SEÑALIZACIÓN Anejo IV: Se dispondrá señalización táctil en los accesos. y mediante franja señalizadora en los itinerarios peatonales. Se dispondrán placas de orientación en los pasamanos de los edificios públicos de interés general y vestíbulos con varias opciones	

RAMPAS (Anejo II, Art.3.8)	ACCESOS PENDIENTE	$\varnothing \geq 180\text{cm}$	$\varnothing >$ Cumple
	Longitudinal Transversal	$P \leq 8\%$ $P \leq 1,5\%$	$P = 6\%$ $P = 1\%$
	ANCHURA	$A \geq 200\text{ cm}$	$A > 10000\text{ cm}$
	BORDILLO LATERAL	$H \geq 5\text{ cm}$	No Aplica
	LONGITUD máxima sin rellano	$L \leq 12\text{m}$	$L \leq 20\text{m}$
	RELLANO INTERMEDIO . Fondo	$B \geq 200\text{ cm}$	No Aplica
	PASAMANOS: Para cualquier ancho	Obligatorio a ambos lados	No Aplica
	uno a otro a	$H = 100 \pm 5\text{ cm}$ $H = 70 \pm 5\text{ cm}$	Cumple
	Prolongación en los extremos	$L = 45\text{ cm}$	
	PAVIMENTO	Antideslizante	
	SEÑALIZACIÓN Anejo IV: Mediante franja señalizadora en los itinerarios peatonales. Se dispondrán placas de orientación en los pasamanos de los edificios públicos de interés general y vestíbulos con varias opciones.		
ESCAL.MECANICAS, TAPICES RODANTES Y ASCENSORES (Anejo II, Art.3.9)	Cuando se instalen en los espacios públicos este tipo de elementos se estará a lo dispuesto en esta ficha en cuanto a accesibilidad y señalización y en cuanto a construcción ficha referente al Anejo III.		No Aplica
APARCAMIENTO S (Anejo II, Art.3.11)	RESERVA	1 cada 40 plazas o fracción Recorrido peatonal entre dos reservas $\leq 250\text{m}$ Situación junto a accesos y cerca itinerarios peatonales Si reserva próxima a paso peatones. Espacio libre $A \geq 200\text{ cm}$	No Aplica
	ANCHO de plaza	$A \geq 360\text{ cm}$	
	LARGO de plaza	$L \geq 600\text{ cm}$	
	En BATERÍA, si no es posible $L = 600\text{cm}$ se admite $L=500\text{cm}$ manteniendo el ancho de la plaza establecido. En LINEA si no es posible $A = 360\text{cm}$ se admite la del resto de vehículos manteniendo el largo establecido debiendo ser las reservadas colindantes al paso peatonal.		
	SEÑALIZACIÓN: Mediante símbolo internacional de accesibilidad en el plano vertical y horizontal y prohibición de aparcar al resto de vehículos.		
ASEOS PÚBLICOS (Anejo II, Art.3.12)	RESERVA	Si se instalan aislados Si hay agrupación	Accesibles Minusválidos 1 por sexo por /10 o fracción. $\varnothing \geq 180\text{cm}$ $A \geq 90\text{cm}$
	DISTRIBUIDOR ASEOS PUERTAS, De distribuidor y cabina adaptada.	Zócalo protector en ambas caras de la hoja $A \geq 30\text{cm}$	No Aplica
	BATERÍA URINARIOS: Al menos uno a	$h = 45\text{ cm}$, sin pedestal	

	CABINA INODORO ADAPTADA	$\varnothing \geq 150\text{cm}$	
	ESPACIO LIBRE	recomen. $\varnothing \geq 180\text{cm}$	
	LAVABO , contará al menos con uno a	$h = 80\text{cm}$	
	INODORO	$h = 45-50\text{cm}$	
	Separación de exterior a pared	$d \geq 70\text{cm}$	
	Espacio libre lateral	$a \geq 80\text{cm}$	
	Barras laterales	$h = 80 \pm 5\text{cm}$ $L = 80-90\text{cm}$ $d = 30-35\text{cm}$	
	Distancia barras al eje inodoro		
	PAVIMENTO Antideslizante en seco y mojado		
	SUMIDEROS Enrasados. Rejillas de ranuras	$r \geq 1,0\text{cm} \times 1,0\text{cm}$	
	ACCESORIOS Espejos borde inferior a	$h \leq 90\text{cm}$	
	Perchas, toalleros, etc	$h = 90-120\text{cm}$	
	ALARMA Tipo cordón o similar a	$h = 40\text{cm}$	
	SEÑALIZACIÓN: Mediante símbolo internacional de accesibilidad colocado en la puerta de la cabina del inodoro.		
MOBILI. URBANO (Anejo II, Art.4)	Se entiende como tales, al conjunto de objetos a colocar en los espacios exteriores superpuestos a los elementos de urbanización; Semáforos, Señales, Paneles Informativos, Carteles, Cabinas telefónicas, Fuentes públicas, Servicios Higiénicos, Papeleras, Marquesinas, Asientos y otros de análoga naturaleza. NORMAS GENERALES: Se dispondrán de forma que no interfieran la accesibilidad Se diseñarán y ubicarán de forma que puedan ser utilizados por personas con dificultad en la accesibilidad. En las aceras se colocaran en el borde exterior, sin invadir los 200cm de itinerario peatonal o 150cm en densidades de 12viv/ha, ni invadir vados y pasos peatonales. Se dispondrán alineados longitudinalmente en el itinerario peatonal Elementos salientes de fachada fijos o móviles que interfieran un itinerario peatonal, Marquesinas, etc $h \geq 220\text{cm}$ Elemento fijo o móvil a $h < 220\text{cm}$, se prolongará hasta el suelo. Elementos Transparentes 2 Bandas de $a = 20\text{cm}$, Colocadas una a $h = 90\text{cm}$ otra a $h = 150\text{cm}$		
		No Aplica	
		No Aplica	
SEMAFOROS (Anejo II, Art.4.2.2.1)	Contarán con señal acústica, con emisores orientados hacia el otro lado de la calzada, recomendable emisor de activación a distancia por el discapacitados. $h = 90-120\text{cm}$ Semáforos manuales , pulsador $h = 90-120\text{cm}$		<input checked="" type="checkbox"/> Cumple
TELEFONOS (Anejo II, Art.4.2.2.2)	RESERVA	Si se instalan aislados Si hay agrupación En los Locutorios	Accesibles Minusválidos 1 /10 o fracción un teléfono adaptado (a personas con problemas de comunicación) Cumplirán parámetros accesibilidad en los edificios
			No están previstos
	TELEFONO ACCESIBLE	Acceso frontal a su uso, espacio libre $\varnothing \geq 180\text{cm}$ Aparatos, diales, monederos y tarjeteros $h = 90\text{cm}$ Repisa $h = 80\text{cm}$ 70cm Baterías Teléfonos Laterales primero y último hasta el suelo	Bajo libre $h = 70\text{cm}$
MAQUINAS EXPENDEDORAS (Anejo II,	Incorporarán sistema Braille, altorrelieve y macrocaracteres Diales y Monederos $h = 90\text{cm}$ Recogida de billetes o productos $h = 70\text{cm}$		No están previstos

Art.4.2.2.4)	CONTENEDORES, PAPELERAS, BUZONES, o análogos (Anejo II, Art.4.2.2.5)	BOCAS CONTENEDORES h = 90cm Fuera del itinerario peatonal	No Aplica Cumple
	FUENTES y BEBIDAS. (Anejo II, Art.4.2.2.6)	Aproximación a cota Rejillas antideslizantes en seco y mojado $\geq 2,5\text{cm} \times 2,5\text{cm}$ Si el accionamiento es manual h $\leq 90\text{cm}$	No están previstos
	BANCOS (Anejo II, Art.4.2.2.7)	Asiento con respaldo y reposabrazos = 40-50cm h Reposabrazos h = 20-25cm Distancia máxima entre varios bancos = 50m d Complementariamente a los anteriores y ajustándose a las condiciones ergonómicas para sentarse y levantarse se podrán utilizar otros.	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Cumple
	BOLARDOS (Anejo II, Art.4.2.2.8)	Los Bolardos o Mojones serán visibles por color y volumen, no susceptibles de enganches.	
	P. INFORMACION (Anejo II, Art.4.2.2.9)	Sistemas de Información Interactivo (Anejo IV) Acceso con espacio libre $\varnothing \geq 180\text{cm}$ Teclado, ligeramente inclinado h = 90-120cm Pantalla entre 30-40° inclinación h = 100-140cm	No están previstos
	PARADA AUTOBUS MARQUESINA (Anejo II, Art.4.2.2.10)	En zona de espera y andén un lateral de ancho libre 180cm h = 40-50cm Si tiene elementos transparentes: 2 Bandas señal a = 20cm, Colocadas una a h = 90cm otra a h = 150cm	No están previstos
		Parada por plataforma desde la acera, tendrá mismo pavimento que esta y podrá tener bordillo a 20cm.	
	MOSTARDOS y VENTANILLAS (Anejo II, Art.4.2.2.11)	Altura máxima h $\leq 110\text{cm}$ Dispondrá de un tramo de mostrador de: L = 120cm h = 80cm F = 50cm h = 70cm con hueco libre inferior de	No están previstos
	ELEMENTOS PROVISIONALES. Protección y Señalización (Anejo II, Art.4.3)	La protección será mediante vallas estables y continuas que no tengan cantos vivos, no sean autodeslizantes y resistan al vuelco. Prohibido la sustitución de vallas por mallas, cuerdas, cables o similares Distancia del vallado a zanjas, acopios, etc d $\geq 50\text{cm}$ Luces Rojas , deberán tener los elementos de protección y permanecerán encendidas en horarios de iluminación insuficiente. Itinerario peatonal garantizado a $\geq 150\text{cm}$ Si la acera fuese menor de 150cm a = Acera Elementos de andamiaje arriostrando a h $\leq 220\text{cm}$, deberán ser señalizados y protegidos adecuadamente hasta el suelo en longitudinal al itinerario.	

NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD EN LOS EDIFICIOS F.ACC./EDI.A.III

AMBITO DE APLICACIÓN: Diseño de planos y redacción y ejecución de proyectos de EDIFICACIÓN. El presente Anejo será de aplicación a los edificios de titularidad pública o privada, edificaciones de nueva planta incluidas las Subterráneas, excepto las viviendas unifamiliares. (Para Viviendas se presenta la ficha F.ACC./VIV.A.III)
Los edificios de uso **INDUSTRIAL**, en sus áreas abiertas al público, aunque tengan reservado el derecho de admisión, serán accesibles en su acceso con la vía pública y dispondrán de una zona de atención al público y un aseo accesible a personas con silla de ruedas.



APARTADO **NORMATIVA.** Decreto 68/2000 de 11 de Abril. **Anejo III** **PROYECTO**

OBJETO (Anejo III. Art.1)	Condiciones técnicas de accesibilidad de los edificios, de titularidad pública o privada, para garantizar su uso y disfrute por las personas en los términos indicados en el Artículo 1 de la Ley 20/1997, de 4 de diciembre. Los edificios o instalaciones de USO INDUSTRIAL en sus áreas abiertas al público, aunque tengan reservado el derecho de admisión, serán accesibles en sus accesos con la vía pública y dispondrán de una zona de atención al público y de un aseo accesible a personas en silla de ruedas.	
ACCESO AL INTER. EDIFICIO (Anejo III. Art.4)	Garantizan la accesibilidad al interior del edificio, ejecutándose al mismo nivel que el pavimento exterior. Las gradas y escaleras deberán complementarse con rampas.	
PUERTAS EXTERIORES (Anejo III. Art.4.1.1)	ESPACIO LIBRE a ambos lados de la puerta: $\varnothing \geq 180\text{cm}$ Angulo de apertura $\alpha \geq 90^\circ$ ANCHO Apertura Manual A $\geq 90\text{cm}$ Apertura Automática A $\geq 120\text{cm}$ Tirador $90 \leq H \leq 120\text{cm}$ PUERTAS ACRISTALADAS Vidrio de seguridad con Zócalo protector de: Cumple 2 Bandas señalizadoras de 20 cm de ancho: H ₁ =90cm //H ₂ =150cm PUERTAS DE EMERGENCIA Mecanismo de apertura de doble barra: H ₁ =90cm // H ₂ =20cm ELEMENTOS DE CONTROL DE ACCESO Pasos alternativos libres de ancho A $\geq 90\text{cm}$ c/10m Elementos de accionamiento $90 \leq H \leq 120\text{cm}$	Cumple A $\geq 90\text{cm}$ No Aplica No Aplica No Aplica
VESTÍBULOS (Anejo III. Art.4.2)	ESPACIO LIBRE de obstáculos: $\varnothing \geq 180\text{cm}$ PAVIMENTO: Antideslizante/continuo ILUMINACIÓN Nivel E $\geq 300\text{lux}$ Interruptores con piloto luminoso $90 \leq H \leq 120\text{cm}$ SEÑALIZACIÓN Anejo IV: Cerca de la puerta de Acceso se dispondrán Planos de relieve a una altura entre 90 y 120cm. Se recomiendan Maquetas	Cumple Cumple Cumple No Aplica
COMUNICACIÓN HORIZONT. INTERIOR (Anejo III. Art.5.2)	ITINERARIOS PRINCIPALES DEL EDIFICIO Prisma Libre ALTO H $\geq 220\text{cm}$ ANCHO B $\geq 180\text{cm}$ SILLAS DE RUEDAS Si recorrido peatonal >100m, disponer 1/100 personas SEÑALIZACIÓN Anejo IV: En los Edificios de grandes dimensiones se dispondrán, Franjas Guía desde los accesos a las zonas de interés, en color y textura diferente al pavimento en un ancho b $\geq 100\text{cm}$ PASILLOS PRINCIPALES ANCHO B $\geq 180\text{cm}$ PASILLOS SECUNDARIOS ANCHO B $\geq 120\text{cm}$ LIBRE LIBRE Con espacios de giro $\varnothing \geq 150\text{cm}/d \leq 18\text{m}$ Obligatorio al principio y final del pasillo PUERTAS INTERIORES. Espacio libre $\varnothing \geq 180\text{cm}$ a ambos lados Si el pasillo es B = $\varnothing = 120\text{cm}$ 120 cm: HUECO LIBRE Anchura A $\geq 90\text{cm}$ Ángulo de apertura $\alpha \geq 90^\circ$	H $\geq 700\text{cm}$ B $\geq 2500\text{cm}$ Cumple No Aplica No Aplica <input type="checkbox"/> No Aplica

	TIRADOR a profundidad a ≤ 7 cm del plano de la puerta y a MIRILLA: De existir, se colocaran dos mirillas, estando la segunda a altura $h = 110$ cm, o una única mirilla alargada hasta esta altura. VENTANAS en pasillos. Altura libre bajo apertura altura de colocación de $80 \leq h \leq 110$ cm mecanismos	$90 \leq H \leq 120$ cm	No Aplica
COMUNICACIÓN VERTICAL INTERIOR (Anejo III. Art.5.3)	La accesibilidad en la comunicación vertical se realiza mediante elementos constructivos o mecánicos, utilizables por personas con movilidad reducida de forma autónoma		
ESCALERAS (Anejo III, Art.5.3.1)	PELDAÑOS. No se admiten peldaños aislados No se admite solape de escalones Tendrán contrahuella y carecerán de bocel. ALTURA LIBRE bajo escalera Intrados del tramo inferior PASAMANOS Para ancho ≥ 120 cm Para ancho ≥ 240 cm ILUMINACION. Nivel a 1m del suelo SEÑALIZACIÓN Anejo IV: Se dispondrá señalización táctil en los accesos a las escaleras, por Franjas señalizadoras <input type="checkbox"/>	No se admiten peldaños aislados No se admite solape de escalones Tendrán contrahuella y carecerán de bocel. $H \geq 220$ cm Cerrarlo hasta 220cm Obligatorio a ambos lados Además intermedio $E \geq 500$ lux, Recomendable	No Aplica No Aplica No Aplica No Aplica
RAMPAS (Anejo III, Art.5.3.2)	ACCESOS PENDIENTE Longitudinal ANCHURA BORDILLO LATERAL LONGITUD máxima sin rellano RELLANO INTERMEDIO. Fondo PASAMANOS: Para $L \geq 200$ cm PAVIMENTO PROHIBIDO Escalera descendente a menos de 3m de la prolongación de las rampas.	$\varnothing \geq 180$ cm $L \leq 3m$ $P \leq 10\%$ $L > 3m$ $P \leq 8\%$, Recomd. $P \leq 6\%$ $A \geq 180$ cm $H \geq 5$ cm $L \leq 10m$ $B \geq 180$ cm Obligatorio a ambos lados Antideslizante	No Aplica No Aplica No Aplica No Aplica No Aplica No Aplica
PASAMANOS (Anejo III, Art.5.3.3)	PASAMANOS: uno a otro a Separación del plano horizontal Separación obstáculos s/vertical Prolongación en los extremos SEÑALIZACIÓN Anejo IV. Se dispondrán placas de orientación en los pasamanos de los edificios públicos de interés general y vestíbulos con varias opciones	No Aplica No Aplica	No Aplica
ASCENSORES (Anejo III, Art.5.3.4)	PLATAFORMA DE ACCESO Nivel de iluminación a nivel del suelo Franja señalizadora frente a puerta Altura de instalación de pulsadores AGRUPACION DE ASCENSORES EN EDIFICIO Si el recorrido real entre ascensores $S > 50m$ Si $S \leq 50$ CABINA ADAPTADA DIMENSIONES Ancho x Fondo Con entrada y salida en distinta dirección REQUISITOS Tolerancias suelos cabina y plataforma Separación Pavimento duro, antideslizante, liso y fijo	$\varnothing \geq 180$ cm $E \geq 100$ lux Recomendable 150×150 cm $90 \leq h \leq 120$ cm Todos adaptados Min. 1 adaptado $A \times B \geq 110 \times 140$ cm $A \times B \geq 150 \times 180$ cm $h \leq 20$ mm $s \leq 35$ mm	No Aplica <input type="checkbox"/> No Aplica No Aplica No Aplica

	Nivel de iluminación a nivel del suelo Pasamanos continuos a altura CABINA NO ADAPTADA a menos de 50m de	$E \geq 100$ lux $H_1 = 90 \pm 5$ cm $A \times B \geq 100 \times 125$ cm	No Aplica
	PUERTAS. Automáticas y de accionamiento horizontal ANCHO Si el ancho de la cabina $A \leq 110$ cm	$b \geq 90$ cm $b \geq 80$ cm	No Aplica <input type="checkbox"/> No Aplica
ELEMENTOS MECÁNICOS (Anejo III, Art.5.3.5.)	ESCALERAS MECÁNICAS. Siempre se complementaran con ascensor ANCHO LIBRE Nº de peldaños enrasados a entrada y salida Protecciones laterales. Pasamanos a altura Prolongación en los extremos TAPICES RODANTES. Siempre se complementaran con ascensor ANCHO LIBRE Acuerdo con la horizontal a entrada y salida Protecciones laterales. Pasamanos a altura Prolongación en los extremos TAPICES RODANTES INCLINADOS PENDIENTE $L \leq 3$ m $L > 3$ m RELLANOS INTERMEDIOS Espacio libre en los accesos a la rampa Protección lateral PASAMANOS Para $A \geq 200$ cm	No Aplica No Aplica $N \geq 2$ $H_1 = 90 \pm 5$ cm $L \geq 45$ cm No Aplica No Aplica $L \geq 150$ cm $H_1 = 90 \pm 5$ cm $L \geq 45$ cm No Aplica No Aplica $P \leq 8\%$. Recom. $P \leq 6\%$ $B \geq 180$ cm/ ≤ 10 m $\phi \geq 180$ cm $h \geq 5$ cm Obligatorio a ambos lados $\varnothing \geq 180$ cm En plataforma y zonas de embarco y desembarco Altura $90 \leq h \leq 120$ cm CAPACIDAD de elevación $Q \geq 250$ Kg VELOCIDAD de desplazamiento $v \leq 0,1$ m/seg P. TRASLACIÓN VERTICAL Podrán salvar los desniveles permitidos por la Normativa vigente DIMENSIONES y PUERTAS PUERTAS $A \times B \geq 110 \times 140$ cm $b \geq 90$ cm P. TRASLACIÓN OBLICUA Su instalación queda restringida como ayuda Técnica en caso de REFORMA.	No Aplica No Aplica No Aplica No Aplica
	PLATAFORMAS ELEVADORAS. ACCESOS PULSADORES Ubicación Altura CAPACIDAD de elevación VELOCIDAD de desplazamiento P. TRASLACIÓN VERTICAL DIMENSIONES y PUERTAS PUERTAS P. TRASLACIÓN OBLICUA	$\varnothing \geq 180$ cm En plataforma y zonas de embarco y desembarco $90 \leq h \leq 120$ cm $Q \geq 250$ Kg $v \leq 0,1$ m/seg Podrán salvar los desniveles permitidos por la Normativa vigente $A \times B \geq 110 \times 140$ cm $b \geq 90$ cm Su instalación queda restringida como ayuda Técnica en caso de REFORMA.	No Aplica
	DIMENSIONES PUERTAS	$A \times B \geq 125 \times 100$ cm $b \geq 80$ cm	No Aplica No Aplica
DEPENDENCIAS (Anejo III, Art.6)	ZONAS DE ATENCIÓN AL PÚBLICO Se garantiza la accesibilidad a las dependencias de atención a público. Anchos de paso Espacio libre a ambos lados de la puerta: Ámbito exterior a la puerta: Ancho x Fondo Ámbito interior a la puerta: Ancho x Fondo Espacio libre en el interior de la estancia SALAS DE PÚBLICA CONCURRENCIA. AULAS, SALAS DE ESPECTÁCULOS Y DE REUNIONES. Se garantiza la accesibilidad de forma autónoma a la Sala y al escenario ACCESO a las reservas y escenario. Pasillos DIMENSION ESPACIOS RESERVADOS ASIENTO RESERVADO Reposabrazos Altura	$A \geq 90$ cm $A \times B \geq 120 \times 145$ cm ó $A \times B \geq 160 \times 120$ cm $A \times B \geq 150 \times 175$ cm ó $A \times B \geq 220 \times 120$ cm $\varnothing \geq 150$ cm $P \leq 6\%$ $A \geq 180$ cm $A \times B \geq 110 \times 140$ cm $H = 45$ cm $H = 20$ cm del asiento	No Aplica No Aplica

<p>Espacio frente al asiento $A \geq 90$ cm</p> <p>RESERVAS de espacios y asientos (próximas a los accesos)</p> <p>Usuarios en sillas de ruedas 2/100pers. o frac.</p> <p>ESTADIOS Y GRADERÍOS</p> <p>Hasta 5000 personas de aforo 2% (Aforo)</p> <p>De 5001a 20000 personas 100+0,5% (Aforo-5000)</p> <p>Mas de 20000 175+0,25%(Aforo-20000)</p> <p>Plataformas o desniveles de $h \geq 40$ cm Colocar barandillas</p> <p>Usuarios con ayudas en la de ambulación 2asientos mín.</p>		
<p>PISCINAS DE RECREO</p> <p>PASO ALREDEDOR DEL VASO No Aplica</p> <p>PAVIMENTOS antideslizantes e impermeables $N \geq 1$por vaso</p> <p>GRÚA para personas con movilidad reducida Ancho $B \geq 120$ cm</p> <p>ESCALERAS Huella (Antideslizante) ≥ 30 cm</p> <p>Tabica ≤ 16 cm</p> <p>Pasamanos a ambos lados en dos Alturas y con continuidad en el vaso $H_1 = 90$ cm</p> <p>Pediluvios, accesibles por sillas de ruedas, con paso alternativo a usuarios con bastón. $H_2 = 70$ cm</p>	No Aplica	No Aplica

<p>SERVICIOS HIGIENICOS, VESTUARIOS Y DUCHAS (Anejo III, Art.7)</p>	<p>RESERVAS:</p> <p>Si se instalan aislados serán Accesibles</p> <p>Si existe acumulación se reserva por cada sexo $N \geq 1/10$ ó fracción</p>	No Aplica
	<p>CRITERIOS GENERALES</p> <p>PUERTAS, apertura al EXTERIOR $A \geq 90$ cm</p> <p>Zócalo protector en ambas caras de la hoja $h \geq 30$ cm</p> <p>DISTRIBUIDOR espacio libre $\emptyset \geq 180$ cm</p> <p>Ranura máxima de rejilla de sumideros $d \leq 1$ cm</p> <p>Conducciones de agua caliente protegidas <input type="checkbox"/></p> <p>PAVIMENTO antideslizante En seco y mojado <input type="checkbox"/></p> <p>BARRAS de apoyo para transferencia: Altura $H = 80 \pm 5$ cm</p> <p>Longitud $80 \leq L \leq 90$ cm</p> <p>Distancia al eje aparato $30 \leq d \leq 35$ cm</p>	No Aplica
	<p>ASEOS</p> <p>Baterías de Urinarios: Aparatos a $h=45$ cm $n \geq 1$</p> <p>Cabina de Inodoro adaptado: Espacio libre $\emptyset \geq 150$ cm</p> <p>LAVABO $h = 80$ cm sin pedestal y con grifo Monomando o aut. <input type="checkbox"/></p> <p>INODORO: Altura del inodoro $45 \leq h \leq 50$ cm</p> <p>Distancia a la pared del borde exterior $d \geq 70$ cm</p> <p>Espacio libre, al menos en un lateral $a \geq 80$ cm</p> <p>Barras de apoyo para transferencia en ambos lados <input type="checkbox"/></p>	No Aplica
	<p>VESTUARIOS Y DUCHAS. Los vestuarios y duchas adaptados serán individuales y complementados con los aparatos de aseo: INODORO y LAVABO. Contarán con un sistema de aviso y alarma con pulsador en, al menos dos paredes a 20cm del suelo, y al menos uno se accionará desde el inodoro.</p>	
	<p>CABINA INDIVIDUAL adaptado: Espacio libre $\phi \geq 150$ cm</p> <p>BANCO adosado a la pared. Ancho x Largo $A \times B \geq 60 \times 150$ cm</p> <p>Alto $45 \leq h \leq 50$ cm</p>	No Aplica
	<p>ASIENTO en ducha adaptada. Ancho 60 cm</p> <p>Alto $45 \leq h \leq 50$ cm</p> <p>La ducha contará con barras de Trasferencia al menos a un lado</p>	No Aplica
	<p>PASAMANOS en paredes de cabinas, vestuarios y duchas: $H = 90 \pm 5$ cm</p> <p>GRIFERÍA monomando con palanca larga, a altura de 90 cm. <input type="checkbox"/></p> <p>VÁLVULA reguladora de temperatura <input type="checkbox"/></p> <p>SURTIDOR ducha regulable en altura en barra vertical, situada a un lateral del asiento <input type="checkbox"/></p>	No Aplica
	<p>ARMARIO Altura $35 \leq h \leq 160$ cm</p> <p>Barra para percha $80 \leq h \leq 110$ cm</p>	No Aplica
	<p>CON BAÑERA. En caso de instalarse esta</p> <p>Espacio libre al lado de la bañera $\phi \geq 180$ cm</p>	No Aplica

	<p>Barras en diagonal o vertical cubriendo la altura de 70 a 100 cm</p> <p>Mandos de grifería centrados en el lado longitudinal de la bañera</p> <p>Altura del borde superior de la bañera $h \leq 45$ cm</p> <p>Disponible ayuda técnica para las transferencias</p>	
<p>MOBILIARIO (Anejo III.Art.8)</p>	<p>Cumplirá los parámetros Antropométricos del Anejo I.</p>	No Aplica
	<p>Si es posible se instalará alineado en el mismo lado de la estancia</p>	No Aplica
	<p>PASOS principales entre mobiliario: $A \geq 180$ cm</p> <p>Bordes y esquinas Romos</p>	No Aplica
	<p>ASIENTOS. Se dispondrán de forma regular, fuera de zonas de transito, comunicados con los accesos e instalaciones del edificio.</p>	
	<p>DISTANCIA ENTRE FILAS de asientos $A \geq 90$ cm</p> <p>ASIENTOS RESERVADOS Número Al menos uno</p> <p>Altura del asiento $h = 45$ cm</p> <p>Altura Reposabrazos $h = 65$ cm de suelo(Abatibles)</p>	No Aplica
	<p>MOSTRADORES Y VENTANILLAS.</p> <p>ALTURA $h \leq 110$ cm</p> <p>ZONA DE ATENCIÓN a sillas de ruedas. Altura $h = 80$ cm</p> <p>Longitud de este tramo $L \geq 120$ cm</p> <p>Hueco libre en la parte inferior $h \geq 70$ cm</p> <p>Fondo ≥ 50 cm</p> <p>$E \geq 500$ lux</p>	No Aplica
	<p>INTENSIDAD LUMÍNICA</p>	No Aplica
	<p>MAQUINAS EXPENDEDORAS. Instrucciones de uso (excepto expendedoras de tikets de aparcamiento), estarán en Braille, altorrelieve y mácrocaracteres</p> <p>Tikets de aparcamiento. Se recomienda Información sonora</p> <p>Diales y monederos Altura $90 \leq h \leq 120$ cm</p>	No Aplica
	<p>TELÉFONOS</p> <p>RESERVAS Teléfonos aislados: Accesibles</p> <p>Agrupación de elementos: 1/10 o fracción</p> <p>TELÉFONOS ADAPTADOS Altura $H = 90$ cm</p> <p>Repisa apoyo $H = 80$ cm</p> <p>Hueco libre en la parte inferior $h \geq 70$ cm</p> <p>Espacio libre frente al teléfono $\phi \geq 180$ cm</p> <p>En las baterías de Teléfonos, los accesibles NO se colocarán en los extremos y estos deberán prolongarse hasta el suelo, al menos los laterales del primero y del último.</p>	No Aplica
	<p>ELECTRICIDAD Y ALARMAS. Se permite el uso de los mecanismos de accionamiento y funcionamiento a personas con movilidad reducida y problemas de manipulación.</p> <p>Altura de instalación de mecanismos $90 \leq h \leq 120$ cm</p>	No Aplica
<p>CAJEROS Y ELEMENTOS INTERACTIVOS</p> <p>Altura del teclado, con repisa de apoyo $90 \leq h \leq 120$ cm</p> <p>Espacio libre frente al elemento interactivo $\phi \geq 180$ cm</p> <p>PANTALLA Altura $100 \leq h \leq 140$ cm</p> <p>Inclinación $15^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$</p> <p>Bien visible para una persona sentada</p> <p>INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN. Los indicadores colocados dentro del edificio, se colocarán de forma que no interfieran los itinerarios, ni el uso de mobiliarios e instalaciones. Deberán poder ser leídos por personas sentadas y personas con problemas de visión. Si no están adosados a la pared y se sitúan por debajo de 2,20m se proyectarán hasta el suelo, en toda la mayor proyección en planta.</p>	No Aplica	
<p>APARCAMIENTOS (Anejo III.Art.9)</p>	<p>RESERVA de plazas: $N \geq 1/40$ ó fracción</p> <p>Aparcamientos vinculados a viviendas $N = 1/$ vivienda ó $N \geq 1/40$ ó fracción</p> <p>Alojamientos turísticos $N = 1/$ alojam. reservado</p> <p>SITUACIÓN. Preferentemente A nivel de calle. Junto a accesos</p> <p>DIMENSIONES de plazas reservadas:</p> <p>Aparcamiento en línea $A \times B \geq 600 \times 360$ cm</p> <p>Aparcamiento en batería $A \times B \geq 500 \times 360$ cm</p>	No Aplica

ALOJAMIENTOS TURÍSTICOS (Anejo III, Art.10.3)	RESERVAS , para cualquier tipo, clasificación o categoría de alojamiento turístico Reserva para personas con movilidad reducida $N \geq 1/50$ ó fracción No Aplica
	Plazas con instalación de ayudas técnicas para personas con dificultad en la comunicación $N \geq 1/10$ ó fracción No Aplica Contará con timbre de llamada luminoso en la puerta de acceso, cuya recepción sea posible en todas las dependencias, incluido el baño. REQUISITOS: Las edificaciones y espacios libres cumplirán con el Anejo II y Anejo III. Las habitaciones y sus baños incorporados en las reservas de los hoteles cumplirán con lo establecido para DORMITORIOS y BAÑOS de viviendas para usuarios de sillas de ruedas. Las unidades reservadas en apartamentos turísticos y viviendas turísticas vacacionales cumplirán lo establecido en el apartado de viviendas para usuarios de sillas de ruedas

Fdo. EL ARQUITECTO:

APÉNDICE 3. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE.DB-SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

SECCIÓN SI 1: PROPAGACIÓN INTERIOR

SI 1.1. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO.

El edificio constituye un único sector de incendio.

SI 1.2. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL.

No dispone de ningún local de riesgo especial.

SI 1.3. ESPACIOS OCULTOS. PASOS DE INSTALACIONES.

No aplica.

SI 1.4. REACCIÓN AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y MOBILIARIO.

Revestimientos de zonas ocupables:

- techos y paredes: C-s2, d0
- Suelos: E_{FL}

SECCIÓN SI 2: PROPAGACIÓN EXTERIOR

No aplica, por tratarse de un edificio exento, constituido por un único sector de incendio.

SI 3.3. NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

A efectos del cálculo de ocupación, el edificio -dado el régimen de actividad y uso previsto- se ha considerado como un gimnasio dentro de un uso docente.

Teniendo en cuenta la superficie útil del local, que es de 1.080 m² y un ratio de ocupación de 5 m²/persona, resulta una ocupación de 216 personas. Por lo tanto es necesaria más de una salida, por ser la ocupación mayor de 100 personas, y la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no debe exceder de 50 m.

Se han planteado dos salidas: una en la fachada noreste y otra en la fachada suroeste.

SI 3.4. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

PUERTAS

$A \geq P/200$; $A \geq 216/200 = 1,08\text{m}$.

Se instalarán dos puertas de salida de doble hoja: una de ellas de 90 cm y otra de 100 cm de anchura (1,90 m de anchura total), que cumplen con la anchura mínima requerida, aun en el caso más desfavorable en el que sólo una de ellas se encuentra operativa. Además cumplen con la condición de que la anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.

La anchura adoptada, de 1,90 m en cada puerta, permitiría una ocupación máxima en el recinto de 380 personas.

SI 3.6. PUERTAS SITUADAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

Todas las puertas de salida de planta o edificio son abatibles con eje vertical. Su sistema de cierre consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura hacia el exterior (una barra horizontal de empuje), sin tener que utilizar llave ni actuar sobre más de un mecanismo. Alternativamente estas condiciones pueden no ser de aplicación si se considera que el cierre o paso permanece abierto durante la actividad del local.

Las puertas de salida abrirán hacia el exterior.

SI 3.7. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se disponen señales con el rótulo de "SALIDA" en las salidas del edificio, ya que su superficie excede de 50 m².

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal.

SI 3.8. CONTROL DEL HUMO DE INCENDIO

No aplica

SECCIÓN SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

SI 4.1. DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se colocarán 6 extintores portátiles de eficacia 21A-113B, cada 15 m de recorrido máximo, desde todo origen de evacuación.

Dotación de instalaciones en pistas deportivas

*En la medida en que en estos espacios no sea posible una actividad que suponga la existencia de carga de fuego de alguna relevancia, cabe admitir que la **única instalación de protección contra incendios exigible sea la de extintores cada 15 m.***

SI 4.2. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios se señalarán según UNE 23033-1.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal.

SECCIÓN SI 5: INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

No aplica, porque el edificio no tiene una altura de evacuación descendente mayor que 9 m.

SECCIÓN SI 6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

SI 6.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES

Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales:

Considerando que se trata de una cubierta ligera, cuya altura respecto a la rasante exterior no excede de 28 m, la **estructura principal será R 30.**

A la estructura secundaria no se le exige resistencia al fuego R.

