

PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION  
SECADERO SOLAR BROTALIA  
HUESCA

---

TITULAR  
FUNDACION ATADES HUESCA – PROYECTO SPAGYRIA

ARQUITECTO  
Juan Ignacio Urquia Lus



## INDICE

### BLOQUE 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1	OBJETO Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
1.2	DATOS DE LOS AGENTES: PROMOTOR Y ARQUITECTO
1.3	RESUMEN DE DATOS GENERALES
1.4	CUADRO DE SUPERFICIES
1.5	NORMATIVA DE APLICACION

### BLOQUE 2: MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1	ESTRUCTURA
2.2	CIERRES
2.3	TABIQUES
2.4	ACABADOS
2.5	SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL E INSTALACIONES

### BLOQUE 3: MEMORIA JUSTIFICATIVA CTE

3.1	<b>DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL</b>
3.1.1	SE AE - ACCIONES EN LA EDIFICACION
3.1.2	SE C - SEGURIDAD ESTRUCTURAL EN CIMENTOS
3.1.3	SE F - SEGURIDAD ESTRUCTURAL FABRICA
3.1.4	SE M - SEGURIDAD ESTRUCTURAL MADERA
3.1.5	SE A - SEGURIDAD ESTRUCTURAL ACERO
3.2	<b>DB SI SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS</b>
3.2.1	SI 1 – PROPAGACION INTERIOR
3.2.2	SI 2 – PROPAGACION EXTERIOR
3.2.3	SI 3 - EVACUACION
3.2.4	SI 4 - DETECCION, CONTROL Y EXTINCION DE INCENDIO
3.2.5	SI 5 – INTERVENCION DE LOS BOMBEROS
3.2.6	SI 6 – RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA
3.3	<b>DB SUA SEGURIDAD DE UTILIZACION Y ACCESIBILIDAD</b>
3.3.1	SUA 1 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAIDAS
3.3.2	SUA 2 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO
3.3.3	SUA 3 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO
3.3.4	SUA 4 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE ILUMINACION INADECUADA
3.3.5	SUA 5 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO EN SITUACIONES DE ALTA OCUPACION
3.3.6	SUA 6 – SEGURIDAD FRENTE AL AHOGAMIENTO
3.3.7	SUA 7 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO POR VEHICULOS EN MOVIMIENTO
3.3.8	SUA 8 – SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE LA ACCION DEL RAYO
3.3.9	SUA 9 - ACCESIBILIDAD
3.4	<b>DB HS SALUBRIDAD</b>



3.4.1	HS1 – PROTECCION CONTRA LA HUMEDAD
3.4.2	HS2 – RECOGIDA Y EVACUACION DE RESIDUOS
3.4.3	HS3 – CALIDAD DEL AIRE INTERIOR
3.4.4	HS4 – SUMINISTRO DE AGUA
3.4.5	HS5 – EVACUACION DE AGUAS
3.5	DB R PROTECCION CONTRA EL RUIDO
3.6	DB HE AHORRO DE ENERGIA
3.6.1	HEO - LIMITACION DEL CONSUMO ENERGETICO
3.6.2	HE1 – AHORRO DE ENERGIA
3.6.3	HE2 – RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS
3.6.4	HE3 – EFICIENCIA ENERGETICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACION
3.6.5	HE4 – CONTRIBUCION SOLAR MINIMA DE AGUA SANITARIA
3.6.6	HE5 – CONTRIBUCION FOTOVOLTAICA MINIMA DE ENERGIA ELECTRICA

#### BLOQUE 4: DOCUMENTOS ANEJOS

4.1	INFORMACION GEOTECNICA
4.2	ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD
4.3	CONTROL DE CALIDAD
4.4	GESTION DE RESIDUOS
4.5	MEMORIA INSTALACION ELECTRICA BAJA TENSION

#### BLOQUE 5: PLIEGO DE CONDICIONES

#### BLOQUE 6: PRESUPUESTO

#### BLOQUE 7: JUSTIFICACION DE MODIFICACION NO SUSTANCIAL DE ACTIVIDAD

7.1	ANTECEDENTES
7.2	JUSTIFICACION DE MODIFICACION NO SUSTANCIAL DE ACTIVIDAD
7.3	OTRAS CONSIDERACIONES

#### BLOQUE 8: PLANOS



BLOQUE I MEMORIA DESCRIPTIVA



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

## 1.1 OBJETO Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

Desde la Dirección de Brotalia, de Huesca, se ve interesante y necesario hacer un secadero de verduras, frutas y plantas medicinales que se cultivan en la propia finca.

De ésta forma se podrán aprovechar excedentes de producción, para poder tener verduras y frutas desecadas. Las plantas medicinales se deben secar en buenas condiciones de temperatura y humedad para garantizar su calidad.

El diseño del secadero se basa en el aprovechamiento solar para la producción del aire caliente necesario para desecar los vegetales.

El edificio se ubica en el rincón Norte de la parcela dedicada a plantas medicinales.

Un gran invernadero orientado al Sur, recoge la luz solar para convertirla en calor que permite caldear y bajar la humedad relativa del aire que se introduce en el interior de las dos cámaras de desecación que va a constar el secadero.

En el techo de cada una de las dos cámaras de desecación se colocará un ventilador que renueva el aire caliente de forma que se aumente la velocidad de desecación.

En la parte norte se ubica la sala de preparación donde se preparan las bandejas de producto a desecar y se recogen los productos desecados.

Esta sala tiene acceso por una puerta situada al Este con comunicación con los viales próximos.

En el centro del edificio situado entre las dos cámaras de desecación, se sitúa la sala de caldera de biomasa y el sistema de distribución del aire caliente.

Este pequeño cuarto de instalaciones es el corazón del sistema, que garantiza el control y manejo de la instalación, las sondas, válvulas automatizadas y los parámetros que se marquen para cada tipo de producto permitirán garantizar unas condiciones de temperatura y humedad programables.

El secadero planteado incluye varios criterios de diseño novedoso y muy respetuoso con el medio ambiente.

Con el fin de mejorar el rendimiento de la instalación se ha planteado un recuperador de calor hecho in situ, por donde discurren los tubos que llevan el aire utilizado para intercambiar el calor con el aire nuevo que se introduce en el invernadero.

Por otro lado es interesante destacar que la construcción se plantea con entramado ligero de madera relleno de pacas de paja, con un gran poder aislante, lo cual permitirá mantener las cámaras de desecación calientes con unas pérdidas de calor mínimas.

Igualmente el techo de las cámaras de desecación va aislado con paneles de madera y paja con muy pocas pérdidas de calor.

Todo pensado para la máxima eficacia en la gestión de la energía.

Dado que la mayor parte de cosechas y recogida de plantas se realiza entre mayo y octubre, el funcionamiento será básicamente sin gastos de ningún tipo.

Si por circunstancias de poco sol y necesidad de desecar productos, se pondrá en marcha la caldera de biomasa, que a través de un fancoil, permitirá subir la temperatura del aire y bajar su humedad relativa.

Para que toda la energía eléctrica necesaria sea producida de forma renovable, se han colocado paneles fotovoltaicos acoplados en autoconsumo a la red eléctrica del complejo.

Externamente el edificio del secadero será sencillo, con paredes revocadas con cal en colores claros y los aleros de madera, la cubierta será de teja cerámica.

El frente Sur y cubierta de invernadero van con policarbonato.



Las placas fotovoltaicas en zona de cubrera y una chimenea única que sirve para captar aire nuevo, evacuar el aire usado y sacar el humo de la caldera de pellets.

El secadero será una pieza importante dentro del conjunto de Brotalia y del centro Atades. La construcción ecológica y el diseño energético lo convierten en un edificio ejemplar que podrá ser visitado por su interés pedagógico.

## 1.2 AGENTES DEL PROYECTO

PROMOTOR			
Promotor:	FUNDACION ATADES HUESCA PROYECTO SPAGYRIA	NIF	G22417570
Domicilio:	Travesía Ballesteros 10		
Localidad:	Huesca		
Código Postal:	22005		
Provincia:	HUESCA		
Teléfono:	676238972		

ARQUITECTO Y DIRECTOR DE OBRA	
Don:	IÑAKI URKIA LUS
Domicilio:	Calle Solano, 18
Localidad:	Bigüezal
Código Postal:	31454
Provincia:	Navarra
Teléfono:	638169451
e-mail:	urkialus@gmail.com
NIF:	72663876-E
Nº colegiado COAVN	169153

## 1.3 RESUMEN DE DATOS GENERALES

Fase de Proyecto	Básico y de ejecución
Tipo de intervención	EDIFICIO DE NUEVA CONSTRUCCION

EMPLAZAMIENTO	
Referencia Catastral	229010001003590001WP
Localización:	Polígono 1 – Parcela 359
Localidad:	Cillas - Huesca
Provincia:	HUESCA

USOS DEL EDIFICIO	
Principal:	Agrícola
Subsidiarios:	Docente

Nº PLANTAS	
Sobre rasante	1
Bajo rasante	0



<b>SUPERFICIES URBANISTICAS EDIFICIO</b>	
Superficie útil	105,99 m <sup>2</sup>
Superficie construida	132,88 m <sup>2</sup>

<b>1.4 CUADRO DE SUPERFICIES</b>
----------------------------------

<b>SECADERO SOLAR</b>		
<b>SUPERFICIES (m<sup>2</sup>)</b>		
<b>LOCAL</b>	<b>UTIL</b>	<b>CONSTRUIDA</b>
<b>PLANTA BAJA</b>		
ZONA PREPARACION	24,48	122,88
SECADERO 1	20,71	
CALDERA	7,84	
SECADERO 2	20,71	
INVERNADERO	22,25	
PORCHE (50%)	10,00	
<b>TOTAL</b>	<b>105,99</b>	<b>132,88</b>

<b>1.5 NORMATIVA APLICABLE</b>
--------------------------------

En el presente proyecto se aplicará la siguiente normativa vigente:

REAL DECRETO 314/2006 del CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION.

REAL DECRETO 842/2002 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

REAL DECRETO 1027/2007 del Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios y sus instrucciones técnicas complementarias.

LEY 11/2014 de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

Bigüezal, marzo de 2019  
 Fdo. Juan Ignacio Urquia Lus  
 ARQUITECTO



## BLOQUE 2 MEMORIA CONSTRUCTIVA



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

## 2.1 ESTRUCTURA

La estructura del secadero estará conformada por muros de carga de bloques de hormigón celular Ytong en la zona central dando rigidez al conjunto, muros de paja sistema CUT en cierres exteriores apoyados sobre un zócalo de bloque Ytong, un entramado estructural de madera en el cierre del invernadero y cubierta de entramado de madera.

La cimentación será con zapatas corridas de hormigón armado.

## 2.2 CIERRES

PARTICIONES INTERIORES HORIZONTALES:

FORJADOS INTERIORES: El forjado interior de entramado estructural de madera con tablero de madera, aislamiento y una capa de compresión encima de 5 cm también ha sido objeto de rehabilitación reciente y no se verá modificado aunque se le adosará bajo el dormitorio de vivienda una capa de aislante acústico entre los solivos. El resto del suelo de la vivienda es un forjado de hormigón armado.

## 2.3 TABIQUES

SUELOS: Los suelos en contacto con el terreno se conformarán por un vacío sanitario de módulos de polipropileno como casetón perdido relleno de hormigón armado apoyados sobre una capa de grava filtrante compactada sobre el terreno de 40 cm.

FACHADAS: Las fachadas serán de bloques de hormigón celular Ytong en cierre de sala de caldera, muros de paja sistema CUT revocadas con mortero de cal y barro en cierres de secaderos apoyados sobre un zócalo de bloque Ytong doble.

CUBIERTA: La cubierta de la vivienda será de teja mixta atornillada sobre rastreles de madera, con aislante térmico de balas de celulosa, cubierto por una lámina impermeable tipo Tyvek (Maydilit)

PARTICIONES INTERIORES:

MUROS DE CARGA INTERIORES: muros de carga de bloque Ytong de 25 cm.

## 2.4 ACABADOS

**Mortero de cal y barro:** sobre cierres de balas de paja.

**Mortero de cal:** sobre muros Ytong

**Baldosa de gres antideslizante:** en todos los suelos

**Pintura al silicato:** en interior y exterior.

**Aleros de madera:** en cubierta.

**Carpintería de madera** en puertas y ventanas.

**Doble cristal baja emisividad:** en ventanas.

**Doble cristal baja emisividad + seguridad:** en zonas acristaladas de paso o con paños por debajo de 1 metro.

**Placa de yeso cortafuegos:** en falso techo de secaderos

**Policarbonato:** en cierre sur de invernadero

## 2.5 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL E INSTALACIONES

El edificio está destinado a uso agropecuario, por lo que el aislamiento térmico que se utiliza va destinado a mejorar la eficiencia energética de las instalaciones necesarias para el funcionamiento de la propia actividad. Otra cosa bien distinta son las actuaciones y soluciones empleadas para conseguir el aislamiento hidrófugo, que se cumplen como para cualquier otro edificio para evitar la entrada de



agua o humedad.

#### PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los sistemas de acondicionamiento e instalaciones de protección contra incendios considerados se disponen para reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento del edificio.

Los materiales que puedan estar en contacto con el fuego tienen resistencia suficiente como para soportar la carga de fuego durante los tiempos requeridos según el uso del local.

Se colocará una instalación de extintores, como luminarias de emergencia.

#### PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Se ha comprobado la estanqueidad frente a la humedad en los cerramientos exteriores. También la correcta evacuación de las aguas pluviales mediante un sistema de canalones y bajantes evitando encharcamientos en el terreno.

#### ELECTRICIDAD

El cuadro general de distribución está colocado en el punto más próximo posible a la entrada del edificio y se encuentran junto a él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la el REBT.

La instalación a realizar deberá efectuarse de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus normas Complementarias.

#### EVACUACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Al encontrarse el edificio dentro de un complejo que cuenta con servicios de gestión de residuos, está cubierta la demanda dentro del mismo.

#### FONTANERÍA

Solo se contempla la colocación de un par de grifos de agua fría.

#### EVACUACIÓN DE AGUAS

Las aguas residuales se vierten la red de evacuación de aguas residuales existente en el complejo.

Bigüezal, marzo de 2019  
Fdo. Juan Ignacio Urquia Lus  
ARQUITECTO



BLOQUE 3 MEMORIA JUSTIFICATIVA CTE



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

Resistir todas las acciones e influencias que puedan tener lugar durante la ejecución y uso, con una durabilidad apropiada en relación con los costos de mantenimiento, para un grado de seguridad adecuado.

Evitar deformaciones inadmisibles, limitando a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico y degradaciones o anomalías inadmisibles.

Conservar en buenas condiciones para el uso al que se destina, teniendo en cuenta su vida en servicio y su coste, para una probabilidad aceptable.

La estructura se calcula para un período de servicio de 50 años.

#### VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2018

Número de licencia: 140721

#### NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Fuego: CTE DB SI

Maderas: CTE DB SE-M

**Categoría de uso:** G – Cubiertas accesibles solo para conservación

#### ACCIONES CONSIDERADAS

##### Gravitatorias

Planta	S.C.U (kN/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (kN/m <sup>2</sup> )
TECHO SECADEROS	0.5	1.5
ZUNCHO PORCHE	2.0	2.0
ZOCALO	2.0	2.0
Cimentación	0.0	0.0

##### Viento

CTE DB SE-AE

Código Técnico de la Edificación.

Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: C

Grado de aspereza: III. Zona rural accidentada o llana con obstáculos

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

$q_b$  Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D.

$c_e$  Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$c_p$  Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

$q_b$ (kN/m <sup>2</sup> )	Viento X			Viento Y		
	esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)	esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)
0.520	0.21	0.70	-0.30	0.30	0.70	-0.32



Presión estática			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (kN/m <sup>2</sup> )	Viento Y (kN/m <sup>2</sup> )
TECHO SECADEROS	1.71	0.889	0.908
ZUNCHO PORCHE	1.50	0.778	0.795
ZOCALO	1.42	0.740	0.756

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
TECHO SECADEROS	12.00	17.60
ZOCALO y ZUNCHO PORCHE	11.00	16.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00      -X: 1.00  
 +Y: 1.00      -Y: 1.00

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
TECHO SECADEROS	5.865	8.789
ZUNCHO PORCHE	12.413	18.448
ZOCALO	9.363	13.915

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de  $\pm 5\%$  de la dimensión máxima del edificio.

### Sismo

Sin acción de sismo

### Fuego

Datos por planta			
Planta	R. req.	Revestimiento de elementos de madera	
		Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros
CUBIERTA INCLINADA	R 60	Sin revestimiento ignífugo	Con revestimiento ignífugo
TECHO SECADEROS	R 60	Con revestimiento ignífugo	Con revestimiento ignífugo
ZUNCHO	R 60	Con revestimiento ignífugo	Con revestimiento ignífugo

Notas:  
 - R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos.  
 - F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.

### Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	--



## ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1 000 m
E.L.U. de rotura. Madera	
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

## SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

$$j \geq 1$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

$$j \geq 1$$

$$i > 1$$

- Donde:

$G_k$	Acción permanente
$Q_k$	Acción variable
$\gamma_G$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_{Q,1}$	Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\Psi_{p,1}$	Coefficiente de combinación de la acción variable principal
$\Psi_{a,i}$	Coefficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

## Coefficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coefficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coefficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coefficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coefficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600



## E.L.U. de rotura. Madera: CTE DB SE-M

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.500	0.200

### Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### Combinaciones

#### Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-



E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.600	1.600									
3	1.000	1.000	1.600								
4	1.600	1.600	1.600								
5	1.000	1.000		1.600							
6	1.600	1.600		1.600							
7	1.000	1.000	1.120	1.600							
8	1.600	1.600	1.120	1.600							
9	1.000	1.000	1.600	0.960							
10	1.600	1.600	1.600	0.960							
11	1.000	1.000			1.600						
12	1.600	1.600			1.600						
13	1.000	1.000	1.120		1.600						
14	1.600	1.600	1.120		1.600						
15	1.000	1.000	1.600		0.960						
16	1.600	1.600	1.600		0.960						
17	1.000	1.000				1.600					
18	1.600	1.600				1.600					
19	1.000	1.000	1.120			1.600					
20	1.600	1.600	1.120			1.600					
21	1.000	1.000	1.600			0.960					
22	1.600	1.600	1.600			0.960					
23	1.000	1.000					1.600				
24	1.600	1.600					1.600				
25	1.000	1.000	1.120				1.600				
26	1.600	1.600	1.120				1.600				
27	1.000	1.000	1.600				0.960				
28	1.600	1.600	1.600				0.960				
29	1.000	1.000						1.600			
30	1.600	1.600						1.600			
31	1.000	1.000	1.120					1.600			
32	1.600	1.600	1.120					1.600			
33	1.000	1.000	1.600					0.960			
34	1.600	1.600	1.600					0.960			
35	1.000	1.000							1.600		
36	1.600	1.600							1.600		
37	1.000	1.000	1.120						1.600		
38	1.600	1.600	1.120						1.600		
39	1.000	1.000	1.600						0.960		
40	1.600	1.600	1.600						0.960		
41	1.000	1.000								1.600	
42	1.600	1.600								1.600	
43	1.000	1.000	1.120							1.600	
44	1.600	1.600	1.120							1.600	
45	1.000	1.000	1.600							0.960	
46	1.600	1.600	1.600							0.960	
47	1.000	1.000									1.600
48	1.600	1.600									1.600
49	1.000	1.000	1.120								1.600
50	1.600	1.600	1.120								1.600



Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
51	1.000	1.000	1.600								0.960
52	1.600	1.600	1.600								0.960

### E.L.U. de rotura. Madera

#### I. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	0.800	0.800									
2	1.350	1.350									
3	0.800	0.800	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	0.800	0.800		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	0.800	0.800	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	0.800	0.800	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	0.800	0.800			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	0.800	0.800	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	0.800	0.800	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	0.800	0.800				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	0.800	0.800	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	0.800	0.800	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	0.800	0.800					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	0.800	0.800	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	0.800	0.800	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	0.800	0.800						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	0.800	0.800	1.050					1.500			
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	0.800	0.800	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	0.800	0.800							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	0.800	0.800	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	0.800	0.800	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	0.800	0.800								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	0.800	0.800	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	0.800	0.800	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	



Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
47	0.800	0.800									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	0.800	0.800	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	0.800	0.800	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

## 2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	0.500								
3	1.000	1.000		0.500							
4	1.000	1.000	0.300	0.500							
5	1.000	1.000			0.500						
6	1.000	1.000	0.300		0.500						
7	1.000	1.000				0.500					
8	1.000	1.000	0.300			0.500					
9	1.000	1.000					0.500				
10	1.000	1.000	0.300				0.500				
11	1.000	1.000						0.500			
12	1.000	1.000	0.300					0.500			
13	1.000	1.000							0.500		
14	1.000	1.000	0.300						0.500		
15	1.000	1.000								0.500	
16	1.000	1.000	0.300							0.500	
17	1.000	1.000									0.500
18	1.000	1.000	0.300								0.500

## Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	1.000								
3	1.000	1.000		1.000							
4	1.000	1.000	1.000	1.000							
5	1.000	1.000			1.000						
6	1.000	1.000	1.000		1.000						
7	1.000	1.000				1.000					
8	1.000	1.000	1.000			1.000					
9	1.000	1.000					1.000				
10	1.000	1.000	1.000				1.000				
11	1.000	1.000						1.000			
12	1.000	1.000	1.000					1.000			
13	1.000	1.000							1.000		
14	1.000	1.000	1.000						1.000		
15	1.000	1.000								1.000	
16	1.000	1.000	1.000							1.000	
17	1.000	1.000									1.000
18	1.000	1.000	1.000								1.000



## Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

### Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	Planta	Dimensiones
Z5	Muro de fábrica	1	0.4
Z6	Muro de fábrica	1	0.4
Z9	Muro de fábrica	1	0.4
Z4	Muro de fábrica	1	0.4
Z11	Muro de fábrica	1	0.4
Z13	Muro de fábrica	1	0.4
Z12	Muro de fábrica	1	0.4
Z7	Muro de fábrica	3	0.25
		2	0.25
		1	0.25
Z8	Muro de fábrica	3	0.25
		2	0.25
		1	0.25
Z10	Muro de fábrica	1	0.4
Z14	Muro de fábrica	1	0.4
Z15	Muro de fábrica	1	0.4
Z16	Muro de fábrica	1	0.4
Z17	Muro de fábrica	1	0.4
Z18	Muro de fábrica	3	0.25
		2	0.25
		1	0.25
Z19	Muro de fábrica	1	0.4
Z20	Muro de fábrica	1	0.4
Z21	Muro de fábrica	3	0.25
		2	0.25
		1	0.25

### Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro
Z5	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z6	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z9	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z4	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z11	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z13	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z12	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z7	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.30



Referencia	Zapata del muro
Z8	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.30
Z10	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z14	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z15	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z16	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z17	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z18	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.30
Z19	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z20	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.125 der.:0.125 canto:0.30
Z21	Zapata corrida: 0.600 x 0.300 Vuelos: izq.:0.175 der.:0.175 canto:0.30

## ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.098 MPa
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.147 MPa

## MATERIALES UTILIZADOS

### Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (MPa)	$\gamma_c$	Árido		$E_c$ (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.50	Cuarcita	15	27264

### Aceros por elemento y posición

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (MPa)	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	500	1.15

### Muros de fábrica

Con rigidez a cortante

Módulo de cortadura (G): 400 MPa

Módulo de elasticidad (E): 1000 MPa

Peso específico: 15.0 kN/m<sup>3</sup>

Tensión de cálculo en compresión: 2.00 MPa

Tensión de cálculo en tracción: 0.20 MPa



**Sistema de cimentación adoptado:** Se trata de una cimentación directa superficial formado por zapatas de hormigón armado para apoyo de muros de fábrica.

Se carece de estudio geotécnico. Las características del terreno se han determinado mediante un reconocimiento del terreno por la D. F. y una recopilación de datos de estudios geotécnicos hechos previamente mediante técnico competente en construcciones colindantes. Hemos hecho catas y puede decirse que es un suelo conglomerado de calizas y areniscas estable con una capacidad portante de 2 kg/cm<sup>2</sup>.

Las cimentaciones de las zapatas se conciben en la hipótesis de que el suelo situado debajo de las mismas se halla aproximadamente en el mismo estado en que fue encontrado durante las investigaciones realizadas para estudiarlos. El suelo no presenta síntomas de alteración estructural aparente y si así surgiese durante su excavación, la D.F. se asegurará de aplicar los medios necesarios para garantizar la resistencia del soporte.

Tipo de Hormigón utilizado: Para todos los elementos estructurales de la obra: HA-25, Control Estadístico

Acero utilizado: Para todos los elementos estructurales de la obra: B 500 S, Control Normal  
Sobre la superficie de la excavación y debajo de las zapatas de hormigón se extenderá una capa de hormigón de limpieza de 10 cm con un hormigón en masa H-10/P/20 N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 20 mm.

La geometría de la cimentación se puede comprobar en el los planos adjuntos.

**NCSE-02 -ACCIÓN SÍSMICA:** RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02)

#### AMBITO DE APLICACIÓN

Clasificación de la construcción: De importancia normal.

Valor de aceleración sísmica básica,  $a_b < 0,04 g$ .

No será necesaria la aplicación de la Norma en éste edificio al ser una construcción de importancia normal con fachadas bien arriostradas entre sí en todas las direcciones cuando la acción sísmica básica sea inferior a 0,04 g.



## COMPROBACIÓN

Referencia: ZAPATA 1		
Dimensiones: 60 x 30		
Armados: X1:Ø 12c/30 Y1:Ø 12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.0981 MPa Calculado: 0.0141264 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.122625 MPa Calculado: 0.0149112 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.122625 MPa Calculado: 0.0149112 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 4791.9 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 100000.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 13.7 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-Z5:	Mínimo: 0 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
-Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0013	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
-Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple



Referencia: ZAPATA I		
Dimensiones: 60 x 30		
Armados: X <sub>1</sub> :Ø 1 2c/30 Y <sub>1</sub> :Ø 1 2c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3. 16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		





COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

**MUROS DE BLOQUES DE HORMIGON CELULAR**

En el edificio se utilizarán cerramientos de bloques de hormigón celular tratado en autoclave Ytong.

**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS BLOQUES YTONG**

Características	YTONG e=25 cm
Dimensiones nominales (long. x ancho x alto)	62.5 x 25 x 25
Masa (kg/m <sup>2</sup> ) Bloque Ytong revocado	140
Resistencia a compresión (Mpa)	3
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	350
Difusibilidad al vapor de agua	5/10
Módulo de elasticidad E (Mpa)	1000
Aislamiento acústico Ra (dBA)	48
Resistencia al fuego (minutos)	360
U(W/m <sup>2</sup> K)	0.24

**Seguridad estructural de los muros de carga**

La normativa que es de aplicación para el cálculo de estructuras de muros de carga es el Documento Básico SE – F del CTE. En él se recogen los métodos aplicables para muros de fábrica de distintos materiales, entre los que figura el hormigón celular curado en autoclave. En la Guía Técnica Ytong se detalla el procedimiento de cálculo y las resistencias de los muros Ytong que hay que tener en cuenta en la comprobación estructural.

**Ejecución de los muros de carga Ytong**

La ejecución de los muros de carga Ytong está regida por el DUA 03/12 (Documento de Adecuación al Uso emitido por el ITEC y descargable en [www.ytong.es](http://www.ytong.es)).

**Descripción de la estructura propuesta**

Estructura de muros de carga de Hormigón Celular curado en Autoclave (HCA) Ytong de 36,5 cm de espesor, densidad 350 kg/m<sup>3</sup> cuando correspondan a cerramientos y de 10 cm de espesor, densidad 400 kg/m<sup>3</sup> cuando correspondan tabiques.

Las densidades y los espesores que se plantean responden al siguiente criterio:

- menor densidad en muros exteriores, para ganar en resistencia térmica (a menor densidad, menor conductividad térmica)
- mayor densidad en muros interiores, para ganar en resistencia estructural (a mayor densidad, mayor resistencia mecánica) y para ganar en aislamiento acústico (a mayor densidad, mayor aislamiento acústico)

**IMPERMEABILIDAD FACHADA****Revestimientos continuos**

Para fachadas de una sola hoja y para el grado de impermeabilidad exigido más elevado (grado 5), el CTE DB HS (tabla 2.7) exige un espesor mínimo de la hoja principal de 12cm (C1) y un revestimiento exterior con una resistencia muy alta a la filtración de agua (R3).

Los fabricantes de monocapas certifican la resistencia a la filtración de sus productos y existen numerosos productos compatibles con el hormigón celular que cumplen hasta las exigencias más elevadas (R3). Nosotros recomendamos el empleo del mortero mineral ligero Ytong Multipor.



## MUROS DE BALAS DE PAJA

En el edificio se utilizarán cerramientos de balas de paja, tendrá una estructura de atado a modo de zuncho tanto en el arranque del muro como en su coronación.

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS DE BALAS DE PAJA	
Características	BALAS DE PAJA e=35 cm
Dimensiones nominales (long. x ancho x alto)	100x50x35
Masa (kg/m <sup>2</sup> ) Bala paja	54
Masa (kg/m <sup>2</sup> ) Bala paja revocada	175
Resistencia a compresión (kg/m <sup>2</sup> )	1000
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	110
Porcentaje humedad (%)	15

### Estructura de coronación o base.

Entre las razones para utilizar las estructuras de coronación podemos decir que:

- Distribuyen la carga del forjado de forma uniforme a través del ancho de la pared y en todo el perímetro del edificio.
- Proporciona un perímetro rígido que se pueda anclar a la cimentación para hacer la estructura resistente a esfuerzos horizontales.

### Características portantes del recubrimiento

El recubrimiento juega un papel fundamental en el comportamiento estructural de una pared de balas de paja, ya que colabora para soportar las cargas que las balas tienen que resistir. Estas cargas pueden estar contenidas en el plano del muro o ser perpendiculares al mismo, y un ejemplo de estas últimas pueden ser las acciones horizontales de viento. La resistencia final de estos sistemas de pared depende tanto del recubrimiento como de las balas de paja.

Hay muchos tipos posibles de recubrimiento para este tipo de paredes. Los que están compuestos por cemento y arena son muy resistentes a la compresión, la erosión y tienen mucha rigidez, pero suelen presentar el problema de agrietamiento cerca de las esquinas de los vanos. En nuestro caso recubriremos las balas con mortero de cal y barro que tiene más plasticidad y resiste muy bien las adaptaciones al soporte.



**Propiedades de los materiales:**

Vigas y solivos: Se trata de una estructura de madera conformada por vigas y solivos de madera maciza aserrada de abeto, de calidad STII, y corresponde a una Clase resistente C24.

Tablero estructural: de madera de abeto similar a la de las vigas.

Factores de corrección de la resistencia:

No se aplica al no haber piezas con canto en flexión < 150 mm.

Factores que afectan al comportamiento estructural de la madera:

Clase de duración de las acciones: permanente, 10 años.

Clase de servicio: I

Valor de cálculo de las propiedades del material y las uniones:

Según la tabla E1

Propiedades	Clase resistente
Resistencia característica N/mm <sup>2</sup>	C24
Flexión	24
Tracción paralela	14
Tracción perpendicular	0.5
Compresión paralela	21
Compresión perpendicular	2.5
Cortante	2.5

**DATOS DE OBRA****NORMAS CONSIDERADAS**

Madera: CTE DB SE-M

**Categoría de uso:** A. ZONA RESIDENCIAL

**ESTADOS LÍMITE**

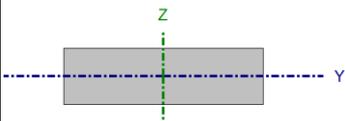
E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Madera	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características



## RESULTADOS: COMPROBACIONES ESTADO LIMITE ULTIMOS

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N189/N29

Perfil: Z.35.10							
Material: Madera (C24)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N189	N29	0.013	350.00	2916.67	35729.17	9520.00	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	$\beta$	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	0.013	0.013	0.000	0.000		
C <sub>I</sub>	-		1.000				
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>I</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
<b>Situación de incendio</b>							
Resistencia requerida: R90							
Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna)							
Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos							

### Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$ : Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{t,0,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{t,0,d}$ : Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{0.19} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{350.00} \text{ cm}^2$$

$f_{t,0,d}$ : Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} : \underline{6.46} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$k_{ft}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{ft} : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231



$f_{t,0,k}$ : Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$f_{t,0,k}$ : 14.00 MPa

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\eta$ : 0.016 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$ : 0.00 MPa

$\sigma_{m,y,d}^-$ : 0.19 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$ : 0.00 kN·m

$M_{y,d}^-$ : 0.11 kN·m

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$ : 583.33 cm<sup>3</sup>

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$ : 12.01 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod}$ : 0.60

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase: Permanente

Clase de servicio

Clase: 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$ : 24.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$ : 1.08

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$h$ : 100.00 mm

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

#### Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}^- : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z} : \underline{2041.67} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

#### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.82} \text{ kN}$$

$A$ : Área de la sección transversal

$$A : \underline{350.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$



Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$
$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$
$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{0.80} \text{ kN}$$
$$A : \underline{350.00} \text{ cm}^2$$
$$k_{cr} : \underline{0.67}$$
$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$
$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$
$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.221} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.62} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$M_{x,d} : \underline{0.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$
$$W_{tor} : \underline{994.00} \text{ cm}^3$$
$$k_{forma} : \underline{1.52}$$



$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal  $b_{max}$ : 350.00 mm  
 $b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal  $b_{min}$ : 100.00 mm  
 $f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:  $f_{v,d}$ : 1.85 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)  $k_{mod}$ : 0.60  
 $f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante  $f_{v,k}$ : 4.00 MPa  
 $\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  $\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+ 1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:  $\sigma_{m,y,d}$ : 0.19 MPa  
 $\sigma_{m,z,d}$ : 0.07 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo  $M_{y,d}$ : 0.11 kN·m  
 $M_{z,d}$ : 0.15 kN·m  
 $W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal  $W_{el,y}$ : 583.33 cm<sup>3</sup>  
 $W_{el,z}$ : 2041.67 cm<sup>3</sup>  
 $f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:  $f_{m,y,d}$ : 12.01 MPa  
 $f_{m,z,d}$ : 11.08 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)  $k_{mod}$ : 0.60  
 $f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión  $f_{m,k}$ : 24.00 MPa  
 $k_{h,y}$ : Factor de altura, dado por:  $k_{h,y}$ : 1.08  
 $k_{h,z}$ : 1.00  
 $\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  $\gamma_M$ : 1.30

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal  $k_m$ : 0.70

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$ : Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{t,0,d} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{t,0,d}$ : Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{0.11} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{350.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{-0.10} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{d}$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{583.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2041.67} \text{ cm}^3$$

$f_{t,0,d}$ : Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} : \underline{6.46} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$f_{t,0,k}$ : Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$$f_{t,0,k} : \underline{14.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{12.01} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.08}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$$h : \underline{100.00} \text{ mm}$$



Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

### Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.250} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.091} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM$ .

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.82} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{0.80} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{350.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \underline{0.62} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \underline{0.18} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \underline{994.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : \underline{3479.00} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.52}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$



**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



Perfil: V.20.25 Material: Madera (C24)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
NI 59 (CNX)	NI 70	0.150	500.00	26041.67	16666.67	34200.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
β	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.150	0.150	0.000	0.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R90 Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna) Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos						

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta : 0.002$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d} : 0.02$  MPa

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d} : 0.89$  kN

A: Área de la sección transversal

$A : 500.00$  cm<sup>2</sup>

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d} : 2.69$  MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$k_{mod} : 0.60$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : 21.00$  MPa

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.30$



No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.04}$$
$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.04}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{2.08}$$

$$\lambda_z : \underline{2.60}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{150.27} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{150.27} \text{ mm}$$

$i$ : Radio de giro

$$i_y : \underline{72.17} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{57.74} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.134} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{1.49} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{3.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$



Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\eta$ : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,z,d}^+$ : 0.00 MPa

$\sigma_{m,z,d}^-$ : 0.04 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$ : 0.00 kN·m

$M_{z,d}^-$ : 0.06 kN·m

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,z}$ : 1666.67 cm<sup>3</sup>

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,z,d}$ : 11.08 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod}$ : 0.60

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase: Permanente

Clase de servicio

Clase: 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$ : 24.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$ : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$\eta < 0.001$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.134} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{5.51} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.077} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.



$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.17} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{250.00} \text{ mm}$$

$b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I. 7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.137} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.097} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N I 59 (CNX), para la combinación de acciones I .35·PP+ I .35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.49} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{3.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$



$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.137} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{0.89} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.49} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-3.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$



$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.062} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.211} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{5.51} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \underline{0.14} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \underline{0.17} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \underline{2787.50} \text{ cm}^3$$



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$W_{tor,z} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$$

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

#### **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

### Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

Barra NI 58 (CNX)/NI 93

Perfil: V.20.25

Material: Madera (C24)

Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
NI 58 (CNX)	NI 93	0.110	500.00	26041.67	16666.67	34200.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.110	0.110	0.000	0.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						
<b>Situación de incendio</b>						
Resistencia requerida: R90 Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna) Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos						

### Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

### Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta$  : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$  : 0.02 MPa



Donde:



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A: Área de la sección transversal

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$N_{c,0,d} : \frac{0.75}{\quad} \text{ kN}$$

$$A : \frac{500.00}{\quad} \text{ cm}^2$$

$$f_{c,0,d} : \frac{9.69}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

$$f_{c,0,k} : \frac{21.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2)

No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \frac{0.03}{\quad}$$

$$\lambda_{rel,z} : \frac{0.03}{\quad}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$E_{0,k} : \frac{7400.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} : \frac{21.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\lambda_y : \frac{1.52}{\quad}$$

$$\lambda_z : \frac{1.91}{\quad}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$i$ : Radio de giro

$$L_{k,y} : \frac{110.00}{\quad} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \frac{110.00}{\quad} \text{ mm}$$

$$i_y : \frac{72.17}{\quad} \text{ mm}$$

$$i_z : \frac{57.74}{\quad} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \frac{0.088}{\quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \frac{0.97}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,y,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \frac{2.03}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \frac{2083.33}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$



Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N193, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}^- : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$



### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{y,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.14} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{3.08} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$



## Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM$ .

Donde:

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.18} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{250.00} \text{ mm}$$

$b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

## Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.094} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.071} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM$ .

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{0.97} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

Donde:



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{2.03}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \frac{0.17}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$W_{el,y} : \frac{2083.33}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{1666.67}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \frac{1.00}{\quad}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.00}{\quad}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{\quad}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP + 1.35\cdot CM$ .

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \frac{0.094}{\quad} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.071}{\quad} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \frac{0.02}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \frac{0.75}{\quad} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \frac{500.00}{\quad} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{0.97}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.10}{\quad} \text{ MPa}$$



$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-2.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.065} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.155} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.14} \text{ MPa}$$



Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\begin{aligned} V_{y,d} &: \frac{0.01}{\quad} \text{ kN} \\ V_{z,d} &: \frac{3.08}{\quad} \text{ kN} \\ A &: \frac{500.00}{\quad} \text{ cm}^2 \\ k_{cr} &: \frac{0.67}{\quad} \\ \tau_{tor,y,d} &: \frac{0.14}{\quad} \text{ MPa} \\ \tau_{tor,z,d} &: \frac{0.18}{\quad} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$\begin{aligned} M_{x,d} &: \frac{0.39}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ W_{tor,y} &: \frac{2787.50}{\quad} \text{ cm}^3 \\ W_{tor,z} &: \frac{2230.00}{\quad} \text{ cm}^3 \\ k_{forma} &: \frac{1.19}{\quad} \\ f_{v,d} &: \frac{1.85}{\quad} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\begin{aligned} k_{mod} &: \frac{0.60}{\quad} \\ f_{v,k} &: \frac{4.00}{\quad} \text{ MPa} \\ \gamma_M &: \frac{1.30}{\quad} \end{aligned}$$

#### **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



**Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

Barra NI 66/NI 58 (CNX)

Perfil: V.20.25 Material: Madera (C24)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	NI 66	NI 58 (CNX)	0.337	500.00	26041.67	16666.67	34200.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	$\beta$	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	0.337	0.337	0.000	0.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R90 Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna) Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos							

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones I.35·PP+I.35·CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A: Área de la sección transversal

$$N_{c,0,d} : \underline{0.89} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2)

No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.08}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.10}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_y : \underline{4.68}$$

$$\lambda_z : \underline{5.84}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

i: Radio de giro

$$L_{k,y} : \underline{337.43} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{337.43} \text{ mm}$$

$$i_y : \underline{72.17} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{57.74} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.110} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones I.35·PP+I.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.



### Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ MPa}$$
$$\sigma_{m,y,d}^- : \frac{1.22}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \frac{2.54}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \frac{2083.33}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.00}{\quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \frac{0.007}{\quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

### Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}^- : \frac{0.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \frac{0.13}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z} : \frac{1666.67}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente



Clase de servicio  
 $f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión  
 $k_h$ : Factor de altura, dado por:  
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Clase : 1  
 $f_{m,k}$  : 24.00 MPa  
 $k_h$  : 1.00

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$  : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{y,d}$  : 0.01 MPa

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$V_{y,d}$  : 0.19 kN

A : 500.00 cm<sup>2</sup>

$k_{cr}$  : 0.67

$f_{v,d}$  : 1.85 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{mod}$  : 0.60

$f_{v,k}$  : 4.00 MPa

$\gamma_M$  : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.096 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d}$  : 0.18 MPa

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$  : 3.96 kN



A: Área de la sección transversal  $A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$   
 $k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas  $k_{cr} : \underline{0.67}$   
 $f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:  $f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)  $k_{mod} : \underline{0.60}$   
 $f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante  $f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$   
 $\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  $\gamma_M : \underline{1.30}$

**Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .9)**

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.052} \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones I .35·PP+ I .35·CM.

Donde:

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:  $\tau_{tor,d} : \underline{0.11} \text{ MPa}$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo  $M_{x,d} : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión  $W_{tor} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$   
 $k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección  $k_{forma} : \underline{1.19}$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal  $b_{max} : \underline{250.00} \text{ mm}$   
 $b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal  $b_{min} : \underline{200.00} \text{ mm}$   
 $f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:  $f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)  $k_{mod} : \underline{0.60}$   
 $f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante  $f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$   
 $\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  $\gamma_M : \underline{1.30}$

**Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$\eta : \underline{0.115} \checkmark$

$\eta : \underline{0.084} \checkmark$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{1.22}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{2.54}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.13}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \frac{2083.33}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{1666.67}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \frac{1.00}{\quad}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.00}{\quad}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{\quad}$$

#### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

#### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \frac{0.115}{\quad} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.084}{\quad} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \frac{0.02}{\quad} \text{ MPa}$$



Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A: Área de la sección transversal

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$N_{c,0,d} : \frac{0.89}{\quad} \text{ kN}$$

$$A : \frac{500.00}{\quad} \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{1.22}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{ei}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$M_{y,d} : \frac{-2.54}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.13}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \frac{2083.33}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{1666.67}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$f_{c,0,d} : \frac{9.69}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

$$f_{c,0,k} : \frac{21.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_{h,i}$ : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \frac{1.00}{\quad}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.00}{\quad}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

$$k_m : \frac{0.70}{\quad}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \frac{0.046}{\quad} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.148}{\quad} \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N158 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \frac{0.01}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \frac{0.18}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \frac{0.19}{\quad} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \frac{3.96}{\quad} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \frac{500.00}{\quad} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \frac{0.67}{\quad}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \frac{0.09}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \frac{0.11}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \frac{0.25}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \frac{2787.50}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : \frac{2230.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \frac{1.19}{\quad}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \frac{1.85}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \frac{4.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

#### Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



**Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

Barra NI 44/N227

Perfil: S-200x140		Material: Madera (C24)					
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
NI 44	N227	1.403	280.00	9333.33	4573.33	10364.48	
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$		1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>k</sub>		1.403	1.403	0.000	0.000		
C <sub>1</sub>		-		1.000			
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
<b>Situación de incendio</b>							
Resistencia requerida: R60							

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta$  : 0.009 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$\eta$  : 0.009 ✓



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{2.44} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{280.00} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y} : \underline{0.97}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.92}$$

Donde:

$$k_y : \underline{0.60}$$

$$k_z : \underline{0.70}$$

Donde:

$\beta_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.41}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.59}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{24.30}$$

$$\lambda_z : \underline{34.71}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{1402.87} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{1402.87} \text{ mm}$$

i: Radio de giro

$$i_y : \underline{57.74} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{40.41} \text{ mm}$$



### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.110} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.00} \quad \text{MPa}$$
$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{1.22} \quad \text{MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.00} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{y,d}^- : \underline{1.14} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$W_{el,y} : \underline{933.33} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \quad \text{MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \quad \text{MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N227, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:



$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \underline{0.24} \text{ MPa}$$
$$\sigma_{m,z,d}^- : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z} : \underline{653.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d} : \underline{11.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.01}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP + 1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.17} \text{ kN}$$

$A$ : Área de la sección transversal

$$A : \underline{280.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$



### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.050} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{1.15} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{280.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.022} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{916.16} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.21}$$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{140.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$



Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$
$$f_{v,k} : \frac{4.00}{1} \text{ MPa}$$
$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \frac{0.117}{1} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.087}{1} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{1.22}{1} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.12}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d} : \frac{1.14}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.08}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \frac{933.33}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{653.33}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.23}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{1} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.01}{1}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$

$$k_m : \frac{0.70}{1}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:



Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.117} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.087} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.126} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.097} \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{2.44} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{280.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.22} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-1.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{933.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{653.33} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$



$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$
$$k_{h,z} : \underline{1.01}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.97}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.92}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.072} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP + 1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.17} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{1.15} \text{ kN}$$

$A$ : Área de la sección transversal

$$A : \underline{280.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \underline{0.03} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \underline{1308.80} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : \underline{916.16} \text{ cm}^3$$

$$k_{forma} : \underline{1.21}$$



$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

### Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta : \underline{0.025} \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta : \underline{0.034} \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta : \underline{0.206} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.67} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{27.00} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{26.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

$\chi_{c,fi}$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.75}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.12}$$



Donde:

$$k_{y,fi} : \underline{0.98}$$
$$k_{z,fi} : \underline{4.52}$$

Donde:

$\beta_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$\lambda_{rel,fi}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{0.92}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.75}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$\lambda_{fi}$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{54.00}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{161.99}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{1402.87} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{1402.87} \text{ mm}$$

$i_{fi}$ : Radio de giro

$$i_{y,fi} : \underline{25.98} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{8.66} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.625} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones PP+CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{20.76} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{40.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

Donde:



$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.11}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.218} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N227, para la combinación de acciones PP+CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,z,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d,fi}^+ : \underline{8.52} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi}^- : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{z,d}$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,z,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z,fi} : \underline{13.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{39.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.30}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:



$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción  
 $\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  
 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$h_{fi} : \frac{30.00}{\text{mm}}$$
$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{}$$
$$k_{fi} : \frac{1.25}{}$$

### Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.020} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.12} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{27.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.141} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.70} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{0.85} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{27.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$



$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad  
 $f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante  
 $\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  
 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{}$$
$$f_{v,k} : \frac{4.00}{\text{MPa}}$$
$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{}$$
$$k_{fi} : \frac{1.25}{}$$

### Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.206} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{tor,d,fi}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d,fi} : \underline{1.50} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,fi} : \underline{22.52} \text{ cm}^3$$

$k_{forma,fi}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma,fi} : \underline{1.45}$$

Donde:

$b_{max,fi}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max,fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$b_{min,fi}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min,fi} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \frac{4.00}{\text{MPa}}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \frac{1.25}{}$$

### Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.701} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.546} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones PP+CM.



$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{20.76} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{4.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{40.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{13.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{39.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.11}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.30}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

#### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

#### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones PP+CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.701} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.547} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.735} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.752} \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados



No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.67} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{27.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{20.76} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{4.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-0.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{40.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{13.50} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{26.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{39.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.11}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.30}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$



$\chi_{c,fi}$ : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.75}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.12}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.089} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.347} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.70} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.12} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{0.85} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{27.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d,fi}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d,fi} : \underline{0.50} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d,fi} : \underline{1.50} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y,fi} : \underline{67.55} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : \underline{22.52} \text{ cm}^3$$

$k_{forma,fi}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma,fi} : \underline{1.45}$$

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

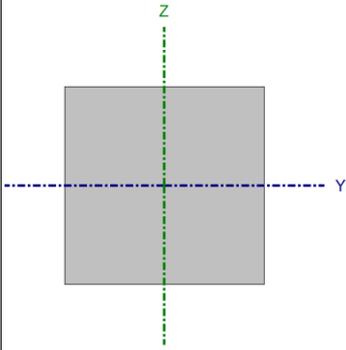
$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$



Perfil: P.20.20							
Material: Madera (C24)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N117	N200	0.400	400.00	13333.33	13333.33	22400.00	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	0.400	0.400	0.000	0.000		
C <sub>I</sub>	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>I</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R60							

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N117, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

σ<sub>c,0,d</sub>: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

N<sub>c,0,d</sub>: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{2.92} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{400.00} \text{ cm}^2$$

f<sub>c,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{2.69} \text{ MPa}$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

f<sub>c,0,k</sub>: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

γ<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)



No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.12}$$
$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.12}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{6.93}$$

$$\lambda_z : \underline{6.93}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$i$ : Radio de giro

$$i_y : \underline{57.74} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{57.74} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.050} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.56} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{1333.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$



Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\eta$ : 0.033 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,z,d}^+$ : 0.00 MPa

$\sigma_{m,z,d}^-$ : 0.37 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$ : 0.00 kN·m

$M_{z,d}^-$ : 0.49 kN·m

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,z}$ : 1333.33 cm<sup>3</sup>

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,z,d}$ : 11.08 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod}$ : 0.60

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase: Permanente

Clase de servicio

Clase: 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$ : 24.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$ : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$\eta$ : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.17} \text{ kN}$$

$$A : \underline{400.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.083} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP + 1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.15} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{2.75} \text{ kN}$$

$$A : \underline{400.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.032} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP + 1.35·CM.



$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{1664.00} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.15}$$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I. 7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.073} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.068} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{0.56} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.37} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{1333.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1333.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$



$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM$ .

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.073} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{2.84} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{400.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{0.56} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.37} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{1333.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1333.33} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$



$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.037} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.115} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.15} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.17} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{2.75} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{400.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \underline{1664.00} \text{ cm}^3$$

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231



$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$W_{tor,z} : \underline{1664.00} \text{ cm}^3$$

$$k_{forma} : \underline{1.15}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

### Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta : \underline{0.010} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo NI 17, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.27} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$f_{c,0,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{2.17} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{81.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{26.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel,fi}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{0.26}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{0.26}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$



$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$\lambda_{fi}$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$
$$\lambda_{y,fi} : \underline{15.40}$$
$$\lambda_{z,fi} : \underline{15.40}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$i_{fi}$ : Radio de giro

$$L_{k,y} : \underline{400.00} \text{ mm}$$
$$L_{k,z} : \underline{400.00} \text{ mm}$$
$$i_{y,fi} : \underline{25.98} \text{ mm}$$
$$i_{z,fi} : \underline{25.98} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G. 1.6 - G.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.136} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones PP+CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{4.52} \text{ MPa}$$
$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$
$$M_{y,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$
$$W_{el,y,fi} : \underline{121.50} \text{ cm}^3$$
$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Clase : Permanente

Clase : 1

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$$k_{h,fi} : \underline{1.11}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$



## Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.090} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones PP+CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d,fi}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi}^- : \underline{2.98} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z,fi} : \underline{121.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{fi} : \underline{1.11}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

## Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{y,d,fi}$ : cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.03} \text{ MPa}$$



Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.13} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{81.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.112} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.56} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{2.03} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{81.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G.1.9 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.095} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$$\tau_{tor,d,fi} : \underline{0.55} \text{ MPa}$$



Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$k_{forma,fi}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$M_{x,d} : \frac{0.08}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{tor,fi} : \frac{151.63}{1} \text{ cm}^3$$

$$k_{forma,fi} : \frac{1.15}{1}$$

Donde:

$b_{max,fi}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$b_{min,fi}$ : Ancho menor de la sección transversal

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$b_{max,fi} : \frac{90.00}{1} \text{ mm}$$

$$b_{min,fi} : \frac{90.00}{1} \text{ mm}$$

$$f_{v,d,fi} : \frac{5.00}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{1}$$

$$f_{v,k} : \frac{4.00}{1} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{1}$$

$$k_{fi} : \frac{1.25}{1}$$

### Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \frac{0.199}{1} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.185}{1} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \frac{4.52}{1} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \frac{2.98}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d} : \frac{0.55}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.36}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y,fi} : \frac{121.50}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \frac{121.50}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d,fi} : \frac{33.23}{1} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \frac{33.23}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_{h,y,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{1}$$

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{1} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y,fi} : \frac{1.11}{1}$$



$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.11}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N200, para la combinación de acciones PP+CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.199} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.185} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.26} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{2.10} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{81.00} \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{4.52} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{2.98} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{c,0,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$M_{y,d} : \underline{0.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y,fi} : \underline{121.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{121.50} \text{ cm}^3$$

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{26.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$



$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$
$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$
$$f_{m,z,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$
$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$
$$k_{h,y,fi} : \underline{1.11}$$
$$k_{h,z,fi} : \underline{1.11}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.102} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.208} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.03} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.56} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.13} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{2.03} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{81.00} \text{ cm}^2$$



$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$\tau_{tor,d,fi}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$\tau_{tor,y,d,fi} : \underline{0.55} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d,fi} : \underline{0.55} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$$M_{x,d} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{tor,y,fi} : \underline{151.63} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : \underline{151.63} \text{ cm}^3$$

$k_{forma,fi}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$k_{forma,fi} : \underline{1.15}$$

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$



Perfil: V.20.25						
Material: Madera (C24)						
Nudos	Longitud		Características mecánicas			
	Inicial	Final	(m)	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
NI 70	NI 71	0.550	500.00	26041.67	16666.67	34200.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
Pandeo	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.550	0.550	0.000	0.000		
C <sub>I</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>I</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R90						
Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna)						
Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos						

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta$  : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

σ<sub>c,0,d</sub>: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

σ<sub>c,0,d</sub> : 0.02 MPa

Donde:

N<sub>c,0,d</sub>: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

N<sub>c,0,d</sub> : 0.98 kN

A: Área de la sección transversal

A : 500.00 cm<sup>2</sup>

f<sub>c,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

f<sub>c,0,d</sub> : 9.69 MPa

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

k<sub>mod</sub> : 0.60

f<sub>c,0,k</sub>: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

f<sub>c,0,k</sub> : 21.00 MPa

γ<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ<sub>M</sub> : 1.30



No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.13}$$
$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.16}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{7.62}$$

$$\lambda_z : \underline{9.52}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{549.87} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{549.87} \text{ mm}$$

$i$ : Radio de giro

$$i_y : \underline{72.17} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{57.74} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.102} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N170, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{1.13} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{2.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$



Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\eta$ : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N170, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,z,d}^+$ : 0.00 MPa

$\sigma_{m,z,d}^-$ : 0.04 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$ : 0.00 kN·m

$M_{z,d}^-$ : 0.06 kN·m

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,z}$ : 1666.67 cm<sup>3</sup>

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,z,d}$ : 11.08 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod}$ : 0.60

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase: Permanente

Clase de servicio

Clase: 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$ : 24.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$ : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$\eta$ : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$\tau_{y,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.15} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.097} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N170, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.18} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{3.98} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.



$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{250.00} \text{ mm}$$

$b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.104} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.075} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N170, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.13} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{2.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$



$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N170, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.104} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d} : \underline{0.98} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.13} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-2.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$



$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$
$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{1} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.00}{1}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{1}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \frac{0.018}{1} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.115}{1} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N170, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \frac{0.01}{1} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \frac{0.18}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \frac{0.15}{1} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \frac{3.98}{1} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \frac{500.00}{1} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \frac{0.67}{1}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \frac{0.03}{1} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \frac{0.04}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_x$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \frac{0.09}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$W_{tor,y}$  :  $\underline{2787.50}$  cm<sup>3</sup>

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$W_{tor,z}$  :  $\underline{2230.00}$  cm<sup>3</sup>

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$k_{forma}$  :  $\underline{1.19}$

$f_{v,d}$  :  $\underline{1.85}$  MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$k_{mod}$  :  $\underline{0.60}$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$f_{v,k}$  :  $\underline{4.00}$  MPa

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$  :  $\underline{1.30}$

#### **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



Perfil: M.35.5 Material: Madera (C24)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N88	N144	1.000	175.00	364.58	17864.58	1323.44
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	1.000	1.000	0.000	0.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						
<b>Situación de incendio</b>						
Resistencia requerida: R90 Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna) Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos						

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta$  : 0.015 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$\eta$  : 0.026 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N88, para la combinación de acciones 1.35·PP + 1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$  : 0.14 MPa

Donde:

N<sub>c,0,d</sub>: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

N<sub>c,0,d</sub> : 2.49 kN

A: Área de la sección transversal

A : 175.00 cm<sup>2</sup>

f<sub>c,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

f<sub>c,0,d</sub> : 9.69 MPa

Donde:



$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y} : \underline{0.56}$$

Donde:

$$k_y : \underline{1.28}$$

Donde:

$\beta_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$\lambda_{rel,y}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{1.17}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda_y$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{69.28}$$

Donde:

$L_{k,y}$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{1000.00} \text{ mm}$$

$i_y$ : Radio de giro

$$i_y : \underline{14.43} \text{ mm}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2)

No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión en el plano xy, ya que el valor de la esbeltez relativa respecto al eje z es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel,z}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.17}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda_z$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_z : \underline{9.90}$$

Donde:

$L_{k,z}$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,z} : \underline{1000.00} \text{ mm}$$

$i_z$ : Radio de giro

$$i_z : \underline{101.04} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje y es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje z.

#### Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \frac{0.19}{1} \text{ MPa}$$
$$\sigma_{m,y,d}^- : \frac{0.00}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \frac{0.03}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{y,d}^- : \frac{0.00}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$W_{el,y} : \frac{145.83}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \frac{13.80}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{1} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.25}{1}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \frac{50.00}{1} \text{ mm}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$

#### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \frac{0.089}{1} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

#### Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \frac{0.00}{1} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}^- : \frac{0.98}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \frac{0.00}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d}^- : \frac{1.00}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$W_{el,z} : \frac{1020.83}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$



Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.00}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.057} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{y,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_{y,d}$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.82} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{175.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$



Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \frac{0.05}{1} \text{ kN}$$

$$A : \frac{175.00}{1} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \frac{0.67}{1}$$

$$f_{v,d} : \frac{1.85}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$

$$f_{v,k} : \frac{4.00}{1} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \frac{0.076}{1} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.098}{1} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{0.19}{1} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.98}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d} : \frac{0.03}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{1.00}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \frac{145.83}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{1020.83}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \frac{13.80}{1} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{1} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \frac{1.25}{1}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.00}{1}$$

$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$



$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$k_m$ : 0.70

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$\eta$ : 0.076 ✓

$\eta$ : 0.099 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$\eta$ : 0.101 ✓

$\eta$ : 0.112 ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$ : 0.14 MPa

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A: Área de la sección transversal

$N_{c,0,d}$ : 2.39 kN

A: 175.00 cm<sup>2</sup>

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$ : 0.19 MPa

$\sigma_{m,z,d}$ : 0.98 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$M_{y,d}$ : 0.03 kN·m

$M_{z,d}$ : 1.00 kN·m

$W_{el,y}$ : 145.83 cm<sup>3</sup>

$W_{el,z}$ : 1020.83 cm<sup>3</sup>

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d}$ : 9.69 MPa

Donde:



$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$\begin{aligned} k_{mod} &: \underline{0.60} \\ f_{c,0,k} &: \underline{21.00} \text{ MPa} \\ \gamma_M &: \underline{1.30} \\ f_{m,y,d} &: \underline{13.80} \text{ MPa} \\ f_{m,z,d} &: \underline{11.08} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$\begin{aligned} k_{mod} &: \underline{0.60} \\ f_{m,k} &: \underline{24.00} \text{ MPa} \\ k_{h,y} &: \underline{1.25} \\ k_{h,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{50.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad

$$\begin{aligned} \gamma_M &: \underline{1.30} \\ k_m &: \underline{0.70} \\ \chi_{c,y} &: \underline{0.56} \\ \chi_{c,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



**Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



Perfil: V.20.25						
Material: Madera (C24)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
NI 96	NI 59 (CNX)	0.535	500.00	26041.67	16666.67	34200.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>		0.535	0.535	0.000	0.000	
C <sub>I</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>I</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R90						
Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna)						
Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos						

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta$  : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

σ<sub>c,0,d</sub>: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

σ<sub>c,0,d</sub> : 0.01 MPa

Donde:

N<sub>c,0,d</sub>: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

N<sub>c,0,d</sub> : 0.72 kN

A: Área de la sección transversal

A : 500.00 cm<sup>2</sup>

f<sub>c,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

f<sub>c,0,d</sub> : 9.69 MPa

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

k<sub>mod</sub> : 0.60

f<sub>c,0,k</sub>: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

f<sub>c,0,k</sub> : 21.00 MPa

γ<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ<sub>M</sub> : 1.30



No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión, ya que el valor de la esbeltez relativa es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.13}$$
$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.16}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\lambda$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\lambda_y : \underline{7.41}$$

$$\lambda_z : \underline{9.27}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$i$ : Radio de giro

$$L_{k,y} : \underline{535.00} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{535.00} \text{ mm}$$

$$i_y : \underline{72.17} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{57.74} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{1.18} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{2.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$\text{Clase} : \underline{\text{Permanente}}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$$k_h : \underline{1.00}$$



Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G.1.6 - G.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\eta$ : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,z,d}^+$ : 0.00 MPa

$\sigma_{m,z,d}^-$ : 0.07 MPa

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$ : 0.00 kN·m

$M_{z,d}^-$ : 0.11 kN·m

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,z}$ : 1666.67 cm<sup>3</sup>

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,z,d}$ : 11.08 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod}$ : 0.60

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase: Permanente

Clase de servicio

Clase: 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$ : 24.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$ : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M$ : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G.1.8)

Se debe satisfacer:

$\eta$ : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

$\tau_{y,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.13} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.061} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{2.52} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.



$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{250.00} \text{ mm}$$

$b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.111} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.080} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.18} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{2.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$



$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.111} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.080} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

La comprobación no procede, ya que la esbeltez relativa es inferior a 0.3, para ambos ejes.

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A: Área de la sección transversal

$$N_{c,0,d} : \underline{0.72} \text{ kN}$$

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{1.18} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{y,d} : \underline{-2.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{2083.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{1666.67} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:



$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.026} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.090} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N159 (CNX), para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.13} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{2.52} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{500.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor,y}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \underline{2787.50} \text{ cm}^3$$



$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$W_{tor,z} : \underline{2230.00} \text{ cm}^3$$

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

#### **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.9 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

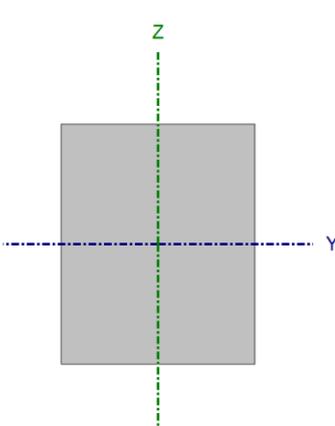
#### **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido

#### **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

La comprobación en situación de incendio no procede, ya que el tiempo de fallo de la protección es mayor que el tiempo de resistencia requerido



Perfil: S-200x160							
Material: Madera (C24)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
		N223	N156	0.833	320.00	10666.67	6826.67
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
				Pandeo		Pandeo lateral	
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
	$\beta$			1.00	1.00	0.00	0.00
	L <sub>K</sub>			0.833	0.833	0.000	0.000
	C <sub>I</sub>			-		1.000	
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>I</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
<b>Situación de incendio</b>							
Resistencia requerida: RGO							

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$\eta$  : 0.007 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$\eta$  : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N223, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$  : 0.07 MPa

Donde:

N<sub>c,0,d</sub>: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

N<sub>c,0,d</sub> : 2.32 kN

A: Área de la sección transversal

A : 320.00 cm<sup>2</sup>

f<sub>c,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

f<sub>c,0,d</sub> : 9.69 MPa

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

k<sub>mod</sub> : 0.60



$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,z} : \underline{1.00}$$

Donde:

$$k_z : \underline{0.55}$$

Donde:

$\beta_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$\lambda_{rel,z}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.31}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda_z$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_z : \underline{18.04}$$

Donde:

$L_{k,z}$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,z} : \underline{833.11} \text{ mm}$$

$I_z$ : Radio de giro

$$I_z : \underline{46.19} \text{ mm}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2)

No se comprueba la resistencia a pandeo por flexión en el plano xz, ya que el valor de la esbeltez relativa respecto al eje y es inferior a 0.3.

$\lambda_{rel,y}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.24}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\lambda_y$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{14.43}$$

Donde:

$L_{k,y}$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{833.11} \text{ mm}$$

$I_y$ : Radio de giro

$$I_y : \underline{57.74} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N223, para la combinación



No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ MPa}$$
$$\sigma_{m,y,d}^- : \frac{0.33}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{y,d}^- : \frac{0.35}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$W_{el,y} : \frac{1066.67}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \frac{\text{Permanente}}{\quad}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \frac{1}{\quad}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{\quad} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.00}{\quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{\quad}$$

**Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \frac{0.087}{\quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ MPa}$$
$$\sigma_{m,z,d}^- : \frac{0.96}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{z,d}^- : \frac{0.82}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$W_{el,z} : \frac{853.33}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \frac{0.60}{\quad}$$



Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

Clase : Permanente

Clase : 1

$f_{m,k}$  : 24.00 MPa

$k_h$  : 1.00

$\gamma_M$  : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.045 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{y,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{y,d}$  : 0.08 MPa

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$V_{y,d}$  : 1.19 kN

A : 320.00 cm<sup>2</sup>

$k_{cr}$  : 0.67

$f_{v,d}$  : 1.85 MPa

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{mod}$  : 0.60

$f_{v,k}$  : 4.00 MPa

$\gamma_M$  : 1.30

### Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .8)

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.030 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N223, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{z,d}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d}$  : 0.06 MPa

Donde:

$V_z$ : Cortante de cálculo

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

$V_{z,d}$  : 0.79 kN



Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

A: Área de la sección transversal  $A : \underline{320.00} \text{ cm}^2$   
 $k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas  $k_{cr} : \underline{0.67}$   
 $f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:  $f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)  $k_{mod} : \underline{0.60}$   
 $f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante  $f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$   
 $\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  $\gamma_M : \underline{1.30}$

### Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .9)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.005} \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:  $\tau_{tor,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo  $M_{x,d} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión  $W_{tor} : \underline{1141.76} \text{ cm}^3$   
 $k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección  $k_{forma} : \underline{1.19}$

Donde:

$b_{max}$ : Ancho mayor de la sección transversal  $b_{max} : \underline{200.00} \text{ mm}$   
 $b_{min}$ : Ancho menor de la sección transversal  $b_{min} : \underline{160.00} \text{ mm}$   
 $f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:  $f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)  $k_{mod} : \underline{0.60}$   
 $f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante  $f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$   
 $\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material  $\gamma_M : \underline{1.30}$

### Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: G. I .7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$\eta : \underline{0.082} \checkmark$

$\eta : \underline{0.102} \checkmark$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{0.23}{1} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.96}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{0.25}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.82}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \frac{1066.67}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{853.33}{1} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{11.08}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \frac{0.60}{1}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.00}{1} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.00}{1}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.30}{1}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{1}$$

#### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

#### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N156, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \frac{0.082}{1} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.102}{1} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta : \frac{0.089}{1} \checkmark$$

$$\eta : \frac{0.109}{1} \checkmark$$



Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

A: Área de la sección transversal

$$N_{c,0,d} : \underline{2.27} \text{ kN}$$

$$A : \underline{320.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{0.23} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.96} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$M_{y,d} : \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{1066.67} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{853.33} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{9.69} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$f_{m,d}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{11.08} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \underline{1.00}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.00}$$

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

$$\chi_{c,y} : \underline{1.00}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{1.00}$$



**Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.049} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM.

Donde:

$\tau_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.08} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{1.19} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{0.79} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{320.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \underline{1427.20} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : \underline{1141.76} \text{ cm}^3$$

$k_{forma}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma} : \underline{1.19}$$

$f_{v,d}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.85} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio I)

$$k_{mod} : \underline{0.60}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.30}$$

**Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N223, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.38} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{1.72} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{45.00} \text{ cm}^2$$

$f_{c,0,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{26.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-M: 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

$\chi_{c,fi}$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.94}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.71}$$

Donde:

$$k_{y,fi} : \underline{0.67}$$

$$k_{z,fi} : \underline{1.05}$$

Donde:

$\beta_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.20}$$

$\lambda_{rel,fi}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{0.54}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{0.98}$$

Donde:

$E_{0,k}$ : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{7400.00} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$\lambda_{fi}$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{32.07}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{57.72}$$



Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{833.11} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{833.11} \text{ mm}$$

$i_{fi}$ : Radio de giro

$$i_{y,fi} : \underline{25.98} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{14.43} \text{ mm}$$

### Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.116} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N223, para la combinación de acciones PP+CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{3.84} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{67.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{fi} : \underline{1.11}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$



## Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G.1.6 - G.3.3 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta : \underline{0.435} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15G, para la combinación de acciones PP+CM.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

**Resistencia de la sección transversal a flexión:**

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d,fi}^+ : \underline{0.00} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi}^- : \underline{16.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{0.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z,fi} : \underline{37.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{37.37} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{fi,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{fi,fi} : \underline{1.25}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{50.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

## Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.088} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.44} \text{ MPa}$$



Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{y,d} : \underline{0.88} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{45.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G.1.8 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.058} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N223, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.29} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$V_{z,d} : \underline{0.59} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{45.00} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: G.1.9 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM.



$\tau_{\text{tor,d,fi}}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{\text{tor,d,fi}} : \underline{0.18} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{\text{tor,fi}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor,fi}} : \underline{55.98} \text{ cm}^3$$

$k_{\text{forma,fi}}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{\text{forma,fi}} : \underline{1.27}$$

Donde:

$b_{\text{max,fi}}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{\text{max,fi}} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$b_{\text{min,fi}}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{\text{min,fi}} : \underline{50.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{\text{mod,fi}}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{\text{mod,fi}} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

### Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7 y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta : \underline{0.387} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.493} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N156, para la combinación de acciones PP+CM.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{2.75} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{16.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{67.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{37.50} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{37.37} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{\text{mod,fi}}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{\text{mod,fi}} : \underline{1.00}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$



$k_{h,h}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,h} : \underline{1.11}$$

$\gamma_{M,h}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$k_{h,z,h} : \underline{1.25}$$

$k_f$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$\gamma_{M,h} : \underline{1.00}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_f : \underline{1.25}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

### Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2 y CTE DB SI: E.2)

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

### Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3 y CTE DB SI: E.2)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N156, para la combinación de acciones PP+CM.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.387} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.493} \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta : \underline{0.402} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.513} \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,h}$ : Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,h} : \underline{0.37} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{c,0,d,h}$ : Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,h} : \underline{1.68} \text{ kN}$$

$A_f$ : Área de la sección transversal

$$A_f : \underline{45.00} \text{ cm}^2$$

$\sigma_{m,d,h}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,h} : \underline{2.75} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,h} : \underline{16.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,h}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,h} : \underline{67.50} \text{ cm}^3$$

COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231



$f_{c,0,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$W_{el,z,fi} : \underline{37.50} \text{ cm}^3$$
$$f_{c,0,d,fi} : \underline{26.25} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$ : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$f_{m,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{33.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{37.37} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{m,k}$ : Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.11}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.25}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza inferiores a 150 mm:

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{50.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

$k_m$ : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$ : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.94}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.71}$$

**Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros y CTE DB SI: E.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.103} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.087} \checkmark$$



Donde:

$\tau_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.44} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.29} \text{ MPa}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.88} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{0.59} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{45.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d,fi}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d,fi} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d,fi} : \underline{0.18} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y,fi} : \underline{100.76} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : \underline{55.98} \text{ cm}^3$$

$k_{forma,fi}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma,fi} : \underline{1.27}$$

$f_{v,d,fi}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{5.00} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$ : Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$



# MEMORIA DE COMPROBACION

## ESTRUCTURAS 3D INTEGRADAS

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100\%$ .

## SECADERO SOLAR

Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencias requeridas: R90 y R60

Revestimiento de protección: Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna)

Tiempo de fallo de la protección: 120 minutos (según ensayo de adjunto de Resistencia al Fuego de Tecnalia Ecopaja)

Comprobación de resistencia en situación de incendio													
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protección de las superficies		Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cartón-yeso <sup>(3)</sup>	
N3 (CNX)/N14	0.00	0.000	-1.519	0.149	0.008	0.00	0.00	0.00	G	R90	120	X	Cumple
N4 (CNX)/N15	0.00	0.000	-1.603	0.041	0.000	0.00	0.00	-0.02	G		120	X	Cumple
N5 (CNX)/N16	0.00	0.000	-1.496	0.020	0.002	0.00	0.00	-0.02	G		120	X	Cumple
N6 (CNX)/N17	0.00	0.000	-1.758	0.167	-0.007	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N8 (CNX)/N18	0.00	0.000	-0.053	0.217	0.006	0.00	0.01	0.02	G		120	X	Cumple
N7 (CNX)/N13	0.00	0.000	0.003	0.193	-0.001	0.00	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N1 (CNX)/N19	0.00	0.000	-0.478	0.000	0.001	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N2 (CNX)/N20	0.00	0.000	-0.239	0.000	0.003	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N11 (CNX)/N21	0.00	0.000	-0.299	0.032	0.010	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N10 (CNX)/N22	0.00	0.000	-0.246	0.000	0.008	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N9 (CNX)/N23	0.00	0.000	-0.450	0.000	0.006	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N24 (CNX)/N26	0.00	0.000	-1.452	0.007	0.012	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N25 (CNX)/N27	0.00	0.000	-1.457	-0.011	0.017	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N12 (CNX)/N28	0.00	0.000	-0.303	-0.025	0.004	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N97/N21	0.00	0.000	0.757	0.184	0.053	0.05	-0.01	0.38	G		120	X	Cumple
N21/N22	0.00	0.000	0.767	0.152	-0.088	0.00	-0.02	0.34	G		120	X	Cumple
N22/N23	0.00	0.000	0.776	0.152	-0.038	0.00	0.00	0.17	G		120	X	Cumple
N23/N27	0.00	0.000	0.782	0.152	-0.202	0.00	-0.04	0.00	G		120	X	Cumple
N27/N29	0.00	0.000	0.799	0.163	-1.374	0.01	0.11	-0.16	G		120	X	Cumple
N29/N18	0.00	0.000	-0.022	0.189	-0.753	-0.07	-0.10	-0.08	G		120	X	Cumple
N13/N30	0.00	0.000	-0.048	-0.197	0.735	0.07	0.01	-0.06	G		120	X	Cumple
N20/N20	0.00	0.000	0.078	0.535	-0.188	0.04	-0.07	0.08	G		120	X	Cumple



## Comprobación de resistencia en situación de incendio

Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protección de las superficies		Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cartón-yeso <sup>(3)</sup>	
N180/N14	0.00	0.000	0.062	-0.201	0.510	-0.09	0.02	-0.24	G		120	X	Cumple
N14/N181	0.00	0.000	0.054	-0.052	-0.828	0.18	-0.18	-0.17	G		120	X	Cumple
N181/N182	0.00	0.000	0.037	-0.310	-0.329	0.02	-0.04	-0.21	G		120	X	Cumple
N182/N183	0.00	0.000	0.013	-0.480	0.195	-0.01	0.17	-0.06	G		120	X	Cumple
N183/N15	0.00	0.000	-0.014	-0.329	0.576	-0.02	0.02	0.19	G		120	X	Cumple
N15/N197	0.00	0.000	-0.028	0.017	-0.608	0.01	-0.24	0.30	G		120	X	Cumple
N197/N198	0.00	0.000	-0.028	-0.065	-0.179	0.00	0.06	0.29	G		120	X	Cumple
N198/N199	0.00	0.000	-0.028	-0.018	0.208	0.00	0.13	0.33	G		120	X	Cumple
N199/N16	0.00	0.000	-0.024	0.044	0.588	-0.01	0.00	0.35	G		120	X	Cumple
N16/N184	0.00	0.000	-0.026	0.065	-0.717	0.04	-0.26	0.33	G		120	X	Cumple
N184/N185	0.00	0.000	0.004	0.518	-0.509	0.01	-0.11	0.40	G		120	X	Cumple
N185/N186	0.00	0.000	0.042	0.622	-0.125	0.00	0.12	0.23	G		120	X	Cumple
N186/N187	0.00	0.000	0.072	0.457	0.361	-0.02	0.15	-0.02	G		120	X	Cumple
N187/N17	0.00	0.000	0.093	0.089	0.949	-0.20	-0.06	-0.20	G		120	X	Cumple
N17/N188	0.00	0.000	0.100	0.256	-0.655	0.10	-0.21	-0.21	G		120	X	Cumple
N188/N189	0.00	0.000	0.122	-0.553	0.048	-0.04	-0.01	-0.23	G		120	X	Cumple
N189/N29	0.00	0.000	0.140	-0.610	0.591	-0.46	-0.08	0.11	G		120	X	Cumple
N98/N28	0.00	0.000	0.627	-0.158	0.050	-0.04	-0.01	-0.34	G		120	X	Cumple
N28/N20	0.00	0.000	0.630	-0.133	-0.094	0.00	-0.02	-0.31	G		120	X	Cumple
N20/N19	0.00	0.000	0.633	-0.133	-0.038	0.00	-0.01	-0.15	G		120	X	Cumple
N19/N26	0.00	0.000	0.635	-0.132	-0.230	0.00	-0.05	-0.01	G		120	X	Cumple
N26/N30	0.00	0.000	0.647	-0.139	-1.397	-0.01	0.13	0.13	G		120	X	Cumple
N31 (CNX)/N48	0.00	0.000	-0.688	0.036	0.016	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N40 (CNX)/N49	0.00	0.000	-0.503	0.067	0.019	0.00	0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N32 (CNX)/N50	0.00	0.000	-0.688	0.099	0.018	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N33 (CNX)/N51	0.00	0.000	-0.758	0.089	0.021	0.00	0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N34 (CNX)/N52	0.00	0.000	-0.686	0.013	-0.020	0.00	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N45 (CNX)/N53	0.00	0.000	-0.505	0.121	-0.021	0.00	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N46 (CNX)/N54	0.00	0.000	-0.699	0.135	-0.022	0.00	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N47 (CNX)/N55	0.00	0.000	-0.979	0.170	-0.025	0.00	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N44 (CNX)/N56	0.00	0.000	-1.307	-0.388	-0.005	0.00	0.00	-0.21	G		120	X	Cumple
N43 (CNX)/N57	0.00	0.000	-0.733	-0.141	-0.005	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N42 (CNX)/N58	0.00	0.000	-0.566	-0.046	-0.005	0.00	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N41 (CNX)/N59	0.00	0.000	-0.659	-0.012	-0.005	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N66 (CNX)/N60	0.00	0.000	-0.397	-0.006	-0.007	0.00	-0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N39 (CNX)/N61	0.00	0.000	-0.397	-0.016	0.013	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N38 (CNX)/N62	0.00	0.000	-0.666	-0.016	0.010	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N37 (CNX)/N63	0.00	0.000	-0.583	-0.034	0.010	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N36 (CNX)/N64	0.00	0.000	-0.688	-0.089	0.010	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N35 (CNX)/N65	0.00	0.000	-1.073	-0.284	0.010	0.00	0.01	-0.18	G		120	X	Cumple
N67 (CNX)/N69	0.00	0.000	-0.399	0.034	0.021	0.00	0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N68 (CNX)/N70	0.00	0.000	-0.410	0.043	-0.025	0.00	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N80 (CNX)/N84	0.00	0.000	-0.674	-0.030	-0.014	0.00	-0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N76 (CNX)/N85	0.00	0.000	-1.856	-0.088	-0.002	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N75 (CNX)/N86	0.00	0.000	-0.969	0.012	0.000	0.00	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N73 (CNX)/N87	0.00	0.000	-0.026	-0.057	0.000	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N81 (CNX)/N88	0.00	0.000	-2.091	0.069	-0.012	0.00	-0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N82 (CNX)/N89	0.00	0.000	-0.849	0.107	-0.014	0.00	-0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N77 (CNX)/N90	0.00	0.000	-0.731	-0.036	0.007	0.00	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N78 (CNX)/N91	0.00	0.000	-0.735	-0.024	0.006	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N79 (CNX)/N92	0.00	0.000	-0.593	-0.097	0.006	0.00	0.00	-0.01	G		120	X	Cumple
N71 (CNX)/N93	0.00	0.000	-2.207	0.027	0.013	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N83 (CNX)/N94	0.00	0.000	-0.746	0.096	0.016	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N72 (CNX)/N95	0.00	0.000	-0.995	0.014	0.015	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N103/N51	0.00	0.000	0.112	0.199	-0.305	0.04	-0.01	0.05	G		120	X	Cumple
	0.00	0.000	0.129	0.201	-0.097	0.00	-0.02	0.03	G		120	X	Cumple



## Comprobación de resistencia en situación de incendio

Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protección de las superficies		Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cartón-yeso <sup>(3)</sup>	
N50/N98	0.00	0.000	0.135	0.468	-0.125	-0.01	-0.03	-0.17	G		120	X	Cumple
N98/N49	0.00	0.000	-0.022	-0.158	-0.103	0.00	-0.02	-0.07	G		120	X	Cumple
N49/N48	0.00	0.000	-0.012	-0.004	-0.091	0.00	-0.02	0.02	G		120	X	Cumple
N48/N69	0.00	0.000	0.003	0.018	-0.136	0.00	-0.04	0.02	G		120	X	Cumple
N104/N65	0.00	0.000	0.048	-0.531	-0.146	-0.01	-0.03	0.23	G		120	X	Cumple
N65/N64	0.00	0.000	-0.013	0.192	-0.095	0.00	-0.03	0.20	G		120	X	Cumple
N64/N63	0.00	0.000	-0.009	0.027	-0.093	0.00	-0.02	0.01	G		120	X	Cumple
N63/N62	0.00	0.000	-0.003	-0.011	-0.085	0.00	-0.02	-0.02	G		120	X	Cumple
N62/N61	0.00	0.000	0.005	-0.004	-0.118	0.00	-0.03	0.00	G		120	X	Cumple
N96/N95	0.00	0.000	0.190	0.241	-0.114	0.00	-0.04	0.30	G		120	X	Cumple
N95/N93	0.00	0.000	0.205	0.168	-0.115	0.00	-0.03	0.07	G		120	X	Cumple
N93/N94	0.00	0.000	0.237	-0.157	-0.093	0.00	-0.02	-0.10	G		120	X	Cumple
N94/N103	0.00	0.000	0.220	0.061	-0.319	0.04	-0.01	0.06	G		120	X	Cumple
N60/N59	0.00	0.000	-0.003	0.020	-0.047	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N59/N58	0.00	0.000	-0.018	0.021	-0.067	0.00	-0.01	-0.02	G		120	X	Cumple
N58/N57	0.00	0.000	-0.031	-0.084	-0.050	0.00	0.00	-0.04	G		120	X	Cumple
N57/N56	0.00	0.000	-0.039	-0.432	-0.098	0.00	-0.01	0.04	G		120	X	Cumple
N56/N105	0.00	0.000	-0.022	1.253	0.199	-0.01	0.02	0.50	G		120	X	Cumple
N70/N52	0.00	0.000	0.014	-0.008	-0.022	0.00	0.03	0.00	G		120	X	Cumple
N52/N53	0.00	0.000	0.012	-0.046	-0.055	0.00	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N53/N97	0.00	0.000	0.011	0.249	0.039	0.00	0.01	0.06	G		120	X	Cumple
N97/N54	0.00	0.000	0.195	-0.508	0.061	0.01	0.02	-0.45	G		120	X	Cumple
N54/N55	0.00	0.000	0.202	-0.134	-0.042	0.00	0.00	-0.20	G		120	X	Cumple
N55/N106	0.00	0.000	0.199	-0.117	0.416	-0.07	0.01	-0.06	G		120	X	Cumple
N74 (CNX)/N96	0.00	0.000	0.252	-0.010	0.011	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N99 (CNX)/N100	0.00	0.000	-0.454	-0.196	0.007	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N101 (CNX)/N102	0.00	0.000	-0.608	-0.111	0.000	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N104/N102	0.00	0.000	0.411	-0.341	0.146	-0.03	-0.01	-0.23	G		120	X	Cumple
N102/N85	0.00	0.000	0.412	-0.074	-0.091	0.00	-0.03	-0.20	G		120	X	Cumple
N85/N86	0.00	0.000	0.391	-0.142	-0.065	0.00	0.00	-0.14	G		120	X	Cumple
N86/N87	0.00	0.000	0.376	-0.288	-0.065	-0.01	-0.01	0.03	G		120	X	Cumple
N87/N96	0.00	0.000	0.365	-0.176	0.090	0.02	0.00	0.27	G		120	X	Cumple
N105/N100	0.00	0.000	0.881	0.892	0.214	-0.01	0.00	0.38	G		120	X	Cumple
N100/N90	0.00	0.000	0.795	0.347	-0.015	0.00	0.01	0.30	G		120	X	Cumple
N90/N91	0.00	0.000	0.709	0.245	-0.058	0.01	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N91/N92	0.00	0.000	0.634	0.191	-0.032	0.00	0.00	-0.27	G		120	X	Cumple
N92/N84	0.00	0.000	0.209	-0.526	-0.148	0.00	-0.08	-0.47	G		120	X	Cumple
N84/N88	0.00	0.000	0.214	-0.277	-0.110	0.00	-0.02	0.04	G		120	X	Cumple
N88/N89	0.00	0.000	0.237	0.264	-0.083	0.00	-0.01	0.32	G		120	X	Cumple
N89/N106	0.00	0.000	0.223	0.061	-0.444	-0.07	-0.02	0.05	G		120	X	Cumple
N111 (CNX)/N113	0.00	0.000	-1.306	-0.033	0.119	0.03	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N108 (CNX)/N114	6.07	1.800	-2.063	0.057	-0.053	0.01	0.10	-0.10	G		-	-	Cumple
N114/N202	5.28	0.400	-1.997	0.057	-0.053	0.01	0.13	-0.12	G		-	-	Cumple
N109 (CNX)/N115	8.03	1.800	-2.372	-0.082	-0.072	-0.01	0.14	0.14	G		-	-	Cumple
N115/N201	7.38	0.400	-2.307	-0.082	-0.072	-0.01	0.17	0.18	G		-	-	Cumple
N116/N65	4.24	0.000	0.845	0.075	-0.378	-0.01	-0.28	0.10	G		-	-	Cumple
N117/N56	5.32	0.000	1.957	-0.044	-0.389	0.01	-0.40	-0.08	G		-	-	Cumple
N110 (CNX)/N117	11.91	1.800	-2.555	0.170	-0.078	0.00	0.13	-0.30	G		-	-	Cumple
N117/N200	20.77	0.000	-2.166	0.126	-2.034	0.08	-0.26	-0.31	G	R60	-	-	Cumple
N202/N210	7.98	0.000	0.110	0.359	-0.873	-0.07	-0.64	-0.08	G		-	-	Cumple
N210/N211	5.05	0.000	0.070	0.263	-0.635	-0.01	-0.35	-0.10	G		-	-	Cumple
N211/N212	4.46	0.535	0.047	0.115	-0.271	0.02	0.10	-0.23	G		-	-	Cumple
N212/N213	4.73	0.535	0.038	0.036	-0.009	0.01	0.14	-0.23	G		-	-	Cumple
N213/N214	4.79	0.000	0.040	0.010	0.153	-0.01	0.14	-0.23	G		-	-	Cumple
N214/N215	5.08	0.685	0.053	-0.155	0.532	-0.02	-0.29	-0.16	G		-	-	Cumple
N735	0.498	0.093	0.508	0.727	0.03	-0.65	0.00	G			-	-	Cumple



Comprobación de resistencia en situación de incendio

Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p $\acute{e}$ simos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protección de las superficies		Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cartón-yeso <sup>(3)</sup>	
N107 (CNX)/N116	11.74	1.800	-1.832	-0.153	-0.117	0.00	0.20	0.27	G		-	-	Cumple
N116/N203	16.82	0.000	-1.454	-0.078	-0.961	-0.10	-0.08	0.28	G		-	-	Cumple
N203/N204	8.82	0.000	-0.012	-0.657	-0.995	-0.09	-0.37	-0.28	G		-	-	Cumple
N204/N205	9.58	0.501	-0.010	-0.618	-0.711	-0.06	0.49	0.36	G		-	-	Cumple
N205/N206	11.30	0.501	0.046	-0.329	-0.287	-0.03	0.62	0.39	G		-	-	Cumple
N206/N207	10.93	0.514	0.078	-0.166	0.104	0.00	0.56	0.41	G		-	-	Cumple
N207/N208	10.84	0.000	0.081	0.139	0.432	0.03	0.56	0.40	G		-	-	Cumple
N208/N209	8.90	0.000	0.054	0.447	0.855	0.05	0.33	0.39	G		-	-	Cumple
N209/N202	9.43	0.399	0.053	0.413	1.124	0.06	-0.76	-0.08	G		-	-	Cumple
N201/N216	13.96	0.000	0.010	-0.581	-1.579	-0.14	-0.83	0.00	G		-	-	Cumple
N216/N217	9.87	0.000	0.065	-0.661	-1.379	-0.06	-0.79	-0.10	G		-	-	Cumple
N217/N218	9.13	0.508	0.116	-0.464	-0.887	-0.04	0.38	0.38	G		-	-	Cumple
N218/N219	11.45	0.508	0.148	-0.179	-0.464	-0.02	0.62	0.40	G		-	-	Cumple
N219/N220	11.35	0.000	0.151	0.149	-0.123	-0.01	0.62	0.39	G		-	-	Cumple
N220/N221	11.83	0.000	0.124	0.335	0.283	0.02	0.68	0.38	G		-	-	Cumple
N221/N222	9.82	0.000	0.072	0.601	0.714	0.06	0.55	0.33	G		-	-	Cumple
N222/N200	14.23	0.507	-0.027	1.115	1.383	0.16	-0.44	-0.31	G		-	-	Cumple
N161/N160	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N160/N113	0.00	0.000	-0.010	0.336	0.257	-0.13	0.01	-0.01	G		120	X	Cumple
N113/N178	0.00	0.000	-0.043	0.455	-0.722	0.09	-0.08	-0.03	G		120	X	Cumple
N178/N179	0.00	0.000	-0.042	-0.021	-0.098	-0.03	0.17	-0.19	G		120	X	Cumple
N179/N13	0.00	0.000	-0.049	-0.389	0.530	-0.24	0.21	-0.20	G		120	X	Cumple
N112 (CNX)/N118	0.00	0.000	-1.237	0.016	0.130	-0.04	-0.02	0.00	G		120	X	Cumple
N18/N190	0.00	0.000	-0.028	0.406	-0.654	0.27	0.01	-0.11	G		120	X	Cumple
N190/N191	0.00	0.000	-0.018	-0.045	-0.022	0.04	0.21	-0.22	G		120	X	Cumple
N191/N118	0.00	0.000	-0.019	-0.506	0.619	-0.09	0.19	-0.20	G		120	X	Cumple
N118/N192	0.00	0.000	-0.003	-0.375	-0.247	0.15	-0.02	-0.05	G		120	X	Cumple
N192/N162	0.00	0.000	0.000	0.000	-0.010	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N50/N119	0.00	0.000	-0.384	-0.168	0.024	0.00	0.01	-0.19	G		120	X	Cumple
N49/N120	0.00	0.000	-0.312	-0.086	0.029	0.00	0.01	-0.13	G		120	X	Cumple
N48/N121	0.00	0.000	-0.365	0.013	0.031	0.00	0.02	-0.06	G		120	X	Cumple
N69/N122	0.00	0.000	-0.247	0.052	0.018	0.00	0.01	-0.06	G		120	X	Cumple
N51/N123	0.00	0.000	-0.822	0.087	0.039	0.00	0.02	-0.20	G		120	X	Cumple
N65/N124	0.00	0.000	-0.868	-0.161	0.024	0.00	0.01	0.31	G		120	X	Cumple
N64/N125	0.00	0.000	-0.414	0.075	0.014	0.00	0.01	0.16	G		120	X	Cumple
N63/N126	0.00	0.000	-0.315	0.004	0.016	0.00	0.01	0.07	G		120	X	Cumple
N62/N127	0.00	0.000	-0.356	-0.023	0.018	0.00	0.01	0.03	G	R90	120	X	Cumple
N61/N128	0.00	0.000	-0.228	-0.020	0.008	0.00	0.00	0.03	G		120	X	Cumple
N60/N129	0.00	0.000	-0.221	-0.026	-0.010	0.00	0.00	0.01	G		120	X	Cumple
N59/N130	0.00	0.000	-0.351	-0.013	-0.020	0.00	-0.01	0.02	G		120	X	Cumple
N58/N131	0.00	0.000	-0.307	0.059	-0.018	0.00	-0.01	0.09	G		120	X	Cumple
N57/N132	0.00	0.000	-0.409	0.206	-0.013	0.00	-0.01	0.26	G		120	X	Cumple
N56/N133	0.00	0.000	-1.227	-0.116	-0.032	0.00	-0.02	0.53	G		120	X	Cumple
N55/N134	0.00	0.000	-1.161	0.153	-0.028	0.00	-0.01	-0.38	G		120	X	Cumple
N54/N135	0.00	0.000	-0.395	-0.238	-0.016	0.00	-0.01	-0.26	G		120	X	Cumple
N53/N136	0.00	0.000	-0.320	-0.175	-0.022	0.00	-0.01	-0.22	G		120	X	Cumple
N52/N137	0.00	0.000	-0.367	0.051	-0.023	0.00	-0.01	-0.03	G		120	X	Cumple
N70/N138	0.00	0.000	-0.258	0.051	-0.010	0.00	0.00	-0.07	G		120	X	Cumple
N123/N119	0.00	0.000	0.099	0.201	-0.033	-0.01	0.02	0.19	G		120	X	Cumple
N119/N120	0.00	0.000	0.076	0.024	-0.098	0.00	-0.03	-0.02	G		120	X	Cumple
N120/N121	0.00	0.000	0.047	-0.018	-0.082	0.00	-0.02	-0.04	G		120	X	Cumple
N121/N122	0.00	0.000	0.017	-0.015	-0.110	0.00	-0.02	-0.02	G		120	X	Cumple
N138/N137	0.00	0.000	0.010	0.007	-0.054	0.00	0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N137/N136	0.00	0.000	0.033	0.050	-0.066	0.00	-0.01	-0.01	G		120	X	Cumple
N136/N135	0.00	0.000	0.055	-0.007	-0.052	0.00	-0.01	-0.06	G		120	X	Cumple
	0.00	0.000	0.070	-0.178	0.121	0.01	-0.02	-0.05	G		120	X	Cumple



## Comprobación de resistencia en situación de incendio

Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protección de las superficies		Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cartón-yeso <sup>(3)</sup>	
N129/N130	0.00	0.000	0.010	0.018	-0.055	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N130/N131	0.00	0.000	0.029	0.014	-0.072	0.00	-0.01	-0.02	G		120	X	Cumple
N131/N132	0.00	0.000	0.047	-0.046	-0.050	0.00	-0.01	-0.03	G		120	X	Cumple
N132/N133	0.00	0.000	0.061	0.094	-0.121	-0.01	-0.02	0.01	G		120	X	Cumple
N124/N125	0.00	0.000	0.059	-0.049	-0.027	0.01	0.03	-0.04	G		120	X	Cumple
N125/N126	0.00	0.000	0.044	0.036	-0.095	0.00	-0.03	0.01	G		120	X	Cumple
N126/N127	0.00	0.000	0.027	-0.004	-0.074	0.00	-0.01	-0.03	G		120	X	Cumple
N127/N128	0.00	0.000	0.008	-0.017	-0.103	0.00	-0.02	-0.02	G		120	X	Cumple
N124/N154	0.00	0.000	-0.113	0.083	-0.769	0.03	-0.47	0.04	G		120	X	Cumple
N154/N123	0.00	0.000	0.114	-0.138	0.264	-0.03	0.77	-0.12	G		120	X	Cumple
N133/N155	0.00	0.000	-0.022	-0.092	-1.129	-0.04	-0.66	-0.08	G		120	X	Cumple
N155/N134	0.00	0.000	0.026	0.098	0.611	0.04	1.29	0.09	G		120	X	Cumple
N85/N139	0.00	0.000	-1.631	-0.156	0.019	0.00	0.01	0.16	G		120	X	Cumple
N86/N140	0.00	0.000	-0.675	-0.135	0.015	0.00	0.01	-0.01	G		120	X	Cumple
N87/N141	0.00	0.000	0.069	0.055	0.012	0.00	0.01	0.08	G		120	X	Cumple
N102/N142	0.00	0.000	-0.229	0.157	-0.003	0.00	0.00	0.17	G		120	X	Cumple
N89/N143	0.00	0.000	-0.211	-0.099	0.000	0.00	0.00	-0.12	G		120	X	Cumple
N88/N144	0.00	0.000	-1.843	0.611	-0.035	0.00	-0.01	-0.13	G		120	X	Cumple
N84/N145	0.00	0.000	-0.440	0.219	-0.019	0.00	-0.01	0.06	G		120	X	Cumple
N92/N146	0.00	0.000	-0.199	-0.115	-0.102	0.00	-0.04	0.09	G		120	X	Cumple
N95/N147	0.00	0.000	-0.722	0.087	0.030	0.00	0.01	-0.02	G		120	X	Cumple
N93/N148	0.00	0.000	-1.953	0.352	0.045	0.00	0.02	-0.06	G		120	X	Cumple
N94/N149	0.00	0.000	-0.244	-0.123	-0.002	0.00	0.00	-0.13	G		120	X	Cumple
N100/N150	0.00	0.000	-0.080	0.358	-0.070	0.00	-0.04	0.36	G		120	X	Cumple
N90/N151	0.00	0.000	-0.440	0.066	-0.079	0.00	-0.04	0.08	G		120	X	Cumple
N91/N152	0.00	0.000	-0.464	0.030	-0.069	0.00	-0.04	0.04	G		120	X	Cumple
N96/N153	0.00	0.000	0.615	0.114	0.025	0.00	0.01	0.04	G		120	X	Cumple
N142/N139	0.00	0.000	-0.003	-0.157	-0.157	0.01	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N139/N140	0.00	0.000	-1.352	0.077	-0.158	0.00	-0.07	0.22	G		120	X	Cumple
N140/N141	0.00	0.000	-1.839	0.074	-0.082	-0.01	-0.02	0.13	G		120	X	Cumple
N141/N153	0.00	0.000	-1.827	0.019	0.179	0.02	0.01	0.07	G		120	X	Cumple
N153/N147	0.00	0.000	-1.802	0.055	-0.050	0.00	0.00	0.07	G		120	X	Cumple
N147/N148	0.00	0.000	-1.318	-0.210	0.060	0.01	0.03	0.00	G		120	X	Cumple
N148/N149	0.00	0.000	-0.002	0.123	0.025	-0.01	0.10	0.12	G		120	X	Cumple
N146/N145	0.00	0.000	-0.328	0.085	-0.083	0.01	-0.01	0.02	G		120	X	Cumple
N145/N144	0.00	0.000	-0.534	0.072	-0.060	-0.01	-0.03	-0.06	G		120	X	Cumple
N144/N143	0.00	0.000	0.000	-0.099	-0.007	0.02	0.07	-0.10	G		120	X	Cumple
N150/N151	0.00	0.000	0.070	0.358	-0.008	0.00	0.03	0.00	G		120	X	Cumple
N151/N152	0.00	0.000	-0.585	-0.246	-0.051	0.01	-0.01	-0.30	G		120	X	Cumple
N152/N146	0.00	0.000	-0.311	-0.030	-0.219	0.00	-0.03	-0.03	G		120	X	Cumple
N129/N138	0.00	0.000	-0.044	0.000	-0.094	0.00	-0.03	0.00	G		120	X	Cumple
N130/N137	0.00	0.000	-0.008	0.000	-0.102	0.00	-0.04	0.00	G		120	X	Cumple
N131/N136	0.00	0.000	0.118	0.000	-0.110	0.00	-0.04	0.00	G		120	X	Cumple
N132/N135	0.00	0.000	0.066	0.000	-0.119	0.00	-0.04	0.00	G		120	X	Cumple
N151/N144	0.00	0.000	0.995	0.000	-0.087	0.00	-0.01	0.00	G		120	X	Cumple
N152/N145	0.00	0.000	-0.258	0.000	0.018	0.00	0.04	0.00	G		120	X	Cumple
N128/N122	0.00	0.000	-0.037	0.000	-0.100	0.00	-0.05	0.00	G		120	X	Cumple
N127/N121	0.00	0.000	-0.010	0.000	-0.108	0.00	-0.05	0.00	G		120	X	Cumple
N126/N120	0.00	0.000	0.045	0.000	-0.117	0.00	-0.07	0.00	G		120	X	Cumple
N125/N119	0.00	0.000	-0.009	0.000	-0.127	0.00	-0.08	0.00	G		120	X	Cumple
N139/N148	0.00	0.000	2.181	0.000	-0.087	0.00	-0.04	0.00	G		120	X	Cumple
N140/N147	0.00	0.000	0.678	0.001	-0.045	0.00	0.00	0.00	G		120	X	Cumple
N154/N156	0.00	0.000	-0.580	-0.221	-0.227	-0.02	0.06	0.09	G		120	X	Cumple
N155/N157	0.00	0.000	-1.288	0.190	-0.049	0.03	-0.03	-0.09	G		120	X	Cumple
N156/N164	0.00	0.000	-0.737	-0.658	-1.903	-0.08	-0.56	-0.25	G		120	X	Cumple
	0.00	0.000	-0.739	-0.221	-1.450	0.05	0.37	0.08	G		120	X	Cumple



Comprobación de resistencia en situación de incendio

Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p $\acute$ simos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protecci3n de las superficies		Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cart3n-yeso <sup>(3)</sup>	
N176/N163	0.00	0.000	-0.789	-0.142	-0.825	0.02	1.03	0.05	G		120	X	Cumple
N163/N177	0.00	0.000	-0.807	-0.389	-0.061	-0.01	1.40	0.01	G		120	X	Cumple
N177/N165	0.00	0.000	-0.793	0.041	0.462	-0.03	1.42	0.15	G		120	X	Cumple
N165/N174	0.00	0.000	-0.750	-0.009	1.143	-0.06	1.20	0.13	G		120	X	Cumple
N174/N166	0.00	0.000	-0.724	0.196	1.800	0.08	0.37	0.07	G		120	X	Cumple
N166/N158 (CNX)	0.00	0.000	-0.658	0.140	2.863	0.19	-0.90	-0.05	G		120	X	Cumple
N159 (CNX)/N170	0.00	0.000	-0.658	-0.013	-4.085	-0.28	-2.30	-0.04	G		120	X	Cumple
N170/N171	0.00	0.000	-0.727	-0.113	-2.948	-0.07	-1.74	-0.05	G		120	X	Cumple
N171/N169	0.00	0.000	-0.820	-0.137	-1.961	0.00	-0.24	0.00	G		120	X	Cumple
N169/N175	0.00	0.000	-0.900	-0.169	-1.159	0.03	0.73	0.05	G		120	X	Cumple
N175/N168	0.00	0.000	-0.954	-0.086	-0.520	0.02	1.24	0.13	G		120	X	Cumple
N168/N172	0.00	0.000	-0.979	0.395	-0.041	0.01	1.46	0.23	G		120	X	Cumple
N172/N167	0.00	0.000	-0.970	0.267	0.662	-0.01	1.45	0.15	G		120	X	Cumple
N167/N173	0.00	0.000	-0.928	0.451	1.248	0.00	1.12	0.15	G		120	X	Cumple
N173/N157	0.00	0.000	-0.828	0.398	1.803	0.07	0.54	0.14	G		120	X	Cumple
N160/N228	14.56	2.757	0.363	0.010	0.033	-0.01	0.30	-0.01	G	R60	-	-	Cumple
N228/N156	36.17	0.667	-1.119	-1.064	-0.580	0.03	0.09	0.45	G	R60	-	-	Cumple
N158 (CNX)/N193	0.00	0.000	-0.558	0.008	-2.282	-0.29	-1.50	-0.12	G		120	X	Cumple
N193/N195	0.00	0.000	-0.521	-0.151	-1.278	-0.05	-1.22	-0.11	G		120	X	Cumple
N195/N194	0.00	0.000	-0.512	0.012	-0.302	-0.01	-0.55	-0.01	G	R90	120	X	Cumple
N194/N196	0.00	0.000	-0.514	-0.010	0.706	0.02	-0.42	-0.02	G	R90	120	X	Cumple
N196/N159 (CNX)	0.00	0.000	-0.531	0.093	1.755	0.10	-0.85	-0.03	G	R90	120	X	Cumple
N178/N164	35.25	0.000	-0.619	0.000	-0.382	-0.01	-0.22	0.00	G		-	-	Cumple
N179/N176	34.07	0.000	-0.508	0.006	-0.391	-0.01	-0.28	0.03	G		-	-	Cumple
N30/N163	22.70	0.000	-0.046	0.013	-0.428	0.00	-0.44	0.05	G		-	-	Cumple
N180/N177	50.98	0.000	-0.889	0.017	-0.376	0.00	-0.21	0.05	G		-	-	Cumple
N181/N165	27.41	0.000	-0.389	0.017	-0.377	0.01	-0.21	0.04	G		-	-	Cumple
N182/N174	23.69	1.932	-0.213	0.024	-0.108	0.01	0.39	0.03	G		-	-	Cumple
N183/N166	25.39	6.181	0.305	0.027	0.466	0.01	-0.48	-0.08	G		-	-	Cumple
N184/N170	28.88	6.181	0.625	-0.031	0.479	-0.01	-0.55	0.09	G		-	-	Cumple
N185/N171	24.71	6.181	0.252	-0.038	0.456	-0.01	-0.42	0.12	G		-	-	Cumple
N186/N169	22.70	1.545	-0.217	-0.029	-0.144	-0.01	0.32	-0.04	G		-	-	Cumple
N187/N175	34.51	0.000	-0.506	-0.021	-0.382	-0.01	-0.23	-0.06	G		-	-	Cumple
N188/N168	56.41	0.000	-0.967	-0.022	-0.382	0.00	-0.23	-0.07	G	R60	-	-	Cumple
N189/N172	27.14	0.000	-0.195	-0.018	-0.430	0.00	-0.44	-0.06	G	R60	-	-	Cumple
N190/N167	40.11	0.000	-0.598	-0.010	-0.401	0.01	-0.32	-0.04	G	R60	-	-	Cumple
N191/N173	34.51	0.000	-0.600	0.000	-0.374	0.01	-0.22	0.00	G	R60	-	-	Cumple
N192/N227	15.42	5.598	0.517	-0.003	0.395	0.01	-0.33	0.01	G	R60	-	-	Cumple
N227/N157	25.20	0.000	-0.778	0.755	-0.720	-0.06	-0.30	0.18	G	R60	-	-	Cumple
N15/N193	26.55	6.181	0.468	0.013	0.472	0.00	-0.55	-0.04	G	R60	-	-	Cumple
N197/N195	22.65	6.181	0.060	0.000	0.466	0.00	-0.50	0.00	G	R60	-	-	Cumple
N198/N194	22.24	6.181	0.196	0.000	0.468	0.00	-0.50	0.00	G	R60	-	-	Cumple
N199/N196	23.80	6.181	0.213	-0.004	0.470	0.00	-0.52	0.01	G	R60	-	-	Cumple
N203/N223	29.22	0.000	-0.409	0.066	-0.282	0.01	-0.26	0.19	G	R60	-	-	Cumple
N223/N156	51.29	0.833	-1.685	0.881	-0.482	0.01	0.19	-0.61	G	R60	-	-	Cumple
N204/N164	0.00	0.000	-0.060	0.002	-0.060	0.00	-0.03	0.00	G	R90	120	X	Cumple
N205/N176	77.42	0.000	-0.372	0.056	-0.219	0.00	-0.07	0.14	G	R90	-	-	Cumple
N206/N163	48.54	0.000	-0.242	0.032	-0.223	0.00	-0.06	0.08	G	R90	-	-	Cumple
N207/N177	53.57	0.000	-0.390	0.002	-0.220	0.00	-0.06	0.00	G	R90	-	-	Cumple
N208/N165	65.21	0.000	-0.389	-0.026	-0.210	0.00	-0.06	-0.07	G	R90	-	-	Cumple
N209/N174	0.00	0.000	0.020	-0.001	-0.049	0.00	-0.01	0.00	G	R90	120	X	Cumple
N210/N166	41.47	4.802	0.207	-0.040	0.334	-0.01	-0.38	0.10	G	R90	-	-	Cumple
N211/N193	32.42	4.802	0.259	-0.023	0.329	0.00	-0.34	0.06	G	R90	-	-	Cumple
N212/N195	35.67	4.802	0.198	-0.009	0.360	0.00	-0.45	0.02	G	R90	-	-	Cumple
N213/N194	35.26	4.802	0.143	0.002	0.366	0.00	-0.47	0.00	G	R90	-	-	Cumple
N214/N194	35.93	4.802	0.286	0.014	0.357	0.00	-0.43	-0.03	G	R90	-	-	Cumple



Comprobación de resistencia en situación de incendio

Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	R. req. <sup>(1)</sup>	Protección de las superficies		Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)			t <sub>f</sub> <sup>(2)</sup> (min)	Tableros de cartón-yeso <sup>(3)</sup>	
N215/N170	38.58	4.802	0.476	0.039	0.333	0.01	-0.35	-0.10	G		-	-	Cumple
N216/N171	44.62	4.802	0.186	0.054	0.323	0.01	-0.36	-0.13	G		-	-	Cumple
N217/N169	60.48	0.000	-0.270	0.051	-0.202	0.01	-0.05	0.12	G		-	-	Cumple
N218/N175	64.44	0.000	-0.368	0.032	-0.217	0.00	-0.05	0.08	G		-	-	Cumple
N219/N168	57.35	0.000	-0.416	0.003	-0.226	0.00	-0.06	0.01	G		-	-	Cumple
N220/N172	49.58	0.000	-0.268	-0.027	-0.230	0.00	-0.06	-0.07	G		-	-	Cumple
N221/N167	72.79	0.000	-0.352	-0.052	-0.231	0.00	-0.07	-0.13	G		-	-	Cumple
N222/N173	39.95	0.000	-0.629	-0.099	-0.283	-0.01	-0.16	-0.24	G		-	-	Cumple
N200/N157	63.27	0.000	-1.092	-0.099	-0.406	-0.01	-0.50	-0.24	G		-	-	Cumple
N153/N224	51.63	1.543	2.720	-0.007	0.163	0.00	-0.19	0.01	G		-	-	Cumple
N224/N156	0.00	0.000	1.447	0.135	-0.211	-0.01	-0.32	0.02	G	R90	120	X	Cumple
N139/N223	59.38	0.000	-1.878	-0.247	-0.490	0.01	-0.42	-0.11	G		-	-	Cumple
N140/N224	15.31	0.000	-0.752	0.014	-0.135	0.01	-0.16	0.00	G		-	-	Cumple
N146/N157	24.03	2.447	0.261	-0.042	0.081	0.00	-0.14	0.09	G		-	-	Cumple
N152/N225	38.63	0.000	-0.043	0.017	-0.063	0.00	-0.01	0.02	G		-	-	Cumple
N145/N225	42.46	0.000	-0.090	-0.010	-0.129	0.00	-0.09	-0.01	G	R60	-	-	Cumple
N151/N226	22.21	0.000	-0.058	0.000	-0.104	0.00	-0.06	0.00	G		-	-	Cumple
N144/N227	75.21	0.000	-1.804	-0.123	-0.850	0.03	-0.84	-0.06	G		-	-	Cumple
N148/N228	74.97	0.000	-2.208	0.218	-0.647	-0.03	-0.55	0.12	G		-	-	Cumple
N147/N224	19.57	0.000	-1.023	-0.012	-0.132	-0.01	-0.15	0.02	G		-	-	Cumple

Notas:

<sup>(1)</sup> Resistencia requerida (periodo de tiempo, expresado en minutos, durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante).

<sup>(2)</sup> Tiempo de fallo de la protección

<sup>(3)</sup> Superficies protegidas por tableros de cartón-yeso (capa interna)





COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

DB SI	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS
-------	----------------------------

SI I	PROPAGACION INTERIOR
------	----------------------

Se han dispuesto los medios de evacuación y los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes, para que puedan abandonar o alcanzar un lugar seguro dentro del edificio en condiciones de seguridad.

El edificio tiene fácil acceso a los servicios de los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo al edificio cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción.

El acceso desde el exterior está garantizado, y los huecos cumplen las condiciones de separación para impedir la propagación del fuego entre sectores.

No se produce incompatibilidad de usos.

La estructura portante del edificio se ha dimensionado para que pueda mantener su resistencia al fuego durante el tiempo necesario, con el objeto de que se puedan cumplir las anteriores prestaciones. Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo igual o superior al del sector de incendio de mayor resistencia.

No se ha proyectado ningún tipo de material que por su baja resistencia al fuego, combustibilidad o toxicidad pueda perjudicar la seguridad del edificio o la de sus ocupantes.

### COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (CTE DB SI I Propagación interior), que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI I Propagación interior).

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

### **SE CONSIDERA UN SECTOR DE INCENDIO.**

Uso principal previsto del edificio: AGROPECUARIO

Sectores de incendio							
Sector	Sup. construida(m <sup>2</sup> )		Uso previsto (1)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador (2)			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos (3)		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sector de incendio	2500	132,88	Agropecuaria	EI 60	EI60	EI2 30-C5	EI <sub>2</sub> 30-C5
<i>Notas:</i>							
<i>(1) Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc.</i>							
<i>(2) Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI I Propagación interior).</i>							
<i>(3) Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.</i>							



## ZONAS DE RIESGO ESPECIAL.

Los locales y zonas de riesgo especial se clasifican conforme a tres grados de riesgo (alto, medio y bajo) según los criterios establecidos en la tabla 2.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), cumpliendo las condiciones que se determinan en la tabla 2.2 de la misma sección.

Zonas de riesgo especial						
Local o zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nivel de riesgo <sup>(1)</sup>	Resistencia al fuego del elemento compartimentador <sup>(2)(3)(4)</sup>			
			Paredes y techos		Puertas	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sala caldera	7,84	Bajo	EI 90	EI 90	EI <sub>2</sub> 45-C5	EI <sub>2</sub> 60-C5

*Notas:*

<sup>(1)</sup> La necesidad de vestíbulo de independencia depende del nivel de riesgo del local o zona, conforme exige la tabla 2.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

<sup>(2)</sup> Los valores mínimos están establecidos en la tabla 2.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

<sup>(3)</sup> Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio. El tiempo de resistencia al fuego no será menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

<sup>(4)</sup> Los valores mínimos de resistencia al fuego en locales de riesgo especial medio y alto son aplicables a las puertas de entrada y salida del vestíbulo de independencia necesario para su evacuación.

## ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos se compartimentan respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Se limita a tres plantas y una altura de 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, B<sub>L</sub>-s3-d2 o mejor.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantiene en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>.

Para ello, se optará por una de las siguientes alternativas:

Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado; por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t(↔0) ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado), o un dispositivo intumescente de obturación.

Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t(↔0) ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado).

## REACCIÓN AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).



Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento (1)	
	Techos y paredes (2)(3)	Suelos (2)
Locales de riesgo especial	B-s1, d0	B <sub>FL-s1</sub>
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (4), suelos elevados, etc.	B-s3, d0	B <sub>FL-s2</sub> (5)
<p>Notas:</p> <p>(1) Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.</p> <p>(2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.</p> <p>(3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.</p> <p>(4) Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.</p> <p>(5) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.</p>		

SI 2	PROPAGACION EXTERIOR
------	----------------------

### MEDIANERÍAS Y FACHADAS

En fachadas, se limita el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio mediante el control de la separación mínima entre huecos de fachada pertenecientes a sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas, o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, entendiendo que dichos huecos suponen áreas de fachada donde no se alcanza una resistencia al fuego mínima EI 60.

No existe contacto con otros edificios colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado con una resistencia al fuego menor que EI 60, cumplen el 50% de la distancia exigida entre zonas con resistencia menor que EI 60, hasta la bisectriz del ángulo formado por las fachadas del edificio objeto y el colindante.

Propagación horizontal				
Plantas	Fachada (1)	Separación (2)	Separación horizontal mínima (m) (3)	
			Ángulo (4)	Norma Proyecto
Planta baja	MURO DE PAJA	No	No procede	
Planta baja	YTONG 250	No	No procede	
<p>Notas:</p> <p>(1) Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.</p> <p>(2) Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.2 (CTE DB SI 2).</p> <p>(3) Distancia mínima en proyección horizontal 'd (m)', tomando valores intermedios mediante interpolación lineal en la tabla del punto 1.2 (CTE DB SI 2).</p> <p>(4) Ángulo formado por los planos exteriores de las fachadas consideradas, con un redondeo de 5°. Para fachadas paralelas y enfrentadas, se obtiene un valor de 0°.</p>				

No existe riesgo de propagación vertical de incendio por la fachada del edificio.

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3 d2 o mejor hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público, desde la rasante exterior o desde una cubierta; y en toda la altura de la fachada cuando ésta tenga una altura superior a 18 m, con independencia de dónde se encuentre su arranque.

### CUBIERTAS

No existe en el edificio riesgo alguno de propagación del incendio perteneciente a sectores de incendio o a edificios diferentes, de acuerdo al punto 2.2 de CTE DB SI 2.



### COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

Los elementos de evacuación del edificio no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB SI 3), al no estar previsto en él ningún establecimiento de uso 'Comercial' o 'Pública Concurrencia', ni establecimientos de uso 'Docente', 'Hospitalario', 'Residencial Público' o 'Administrativo', de superficie construida mayor de 1500 m<sup>2</sup>.

### CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada.

En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes del punto 4.1 (DB SI 3), tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en la tabla 4.1 (DB SI 3).

En la planta de desembarco de las escaleras, se añade a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de 160 A personas (siendo 'A' la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3 (DB SI 3); y considerando el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si ésta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación									
Planta	$S_{\text{útil}}^{(1)}$ (m <sup>2</sup> )	$\rho_{\text{ocup}}^{(2)}$ (m <sup>2</sup> /p)	$P_{\text{calc}}^{(3)}$	Número de salidas <sup>(4)</sup>		Longitud del recorrido <sup>(5)</sup> (m)		Anchura de las salidas <sup>(6)</sup> (m)	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Baja	73,74	20	4	1	1	25	10	0.80	1.00
Invernadero	22,25	20	2	1	2	25	6	0.80	1.00

**Sector de incendio** (Uso Agropecuario), ocupación: **3** personas

*Notas:*

(1) Superficie útil con ocupación no nula,  $S_{\text{útil}}$  (m<sup>2</sup>). Se contabiliza por planta la superficie afectada por una densidad de ocupación no nula, considerando también el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y de uso previsto del edificio, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

(2) Densidad de ocupación,  $\rho_{\text{ocup}}$  (m<sup>2</sup>/p); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3).

(3) Ocupación de cálculo,  $P_{\text{calc}}$ , en número de personas. Se muestran entre paréntesis las ocupaciones totales de cálculo para los recorridos de evacuación considerados, resultados de la suma de ocupación en la planta considerada más aquella procedente de plantas sin origen de evacuación, o bien de la aportación de flujo de personas de escaleras, en la planta de salida del edificio, tomando los criterios de asignación del punto 4.1.3 (DB SI 3).

(4) Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas, según los criterios de ocupación y altura de evacuación establecidos en la tabla 3.1 (DB SI 3).

(5) Longitud máxima admisible y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada planta y sector, en función del uso del mismo y del número de salidas de planta disponibles, según la tabla 3.1 (DB SI 3).

(6) Anchura mínima exigida y anchura mínima dispuesta en proyecto, para las puertas de paso y para las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación (puntos 4.1 y 4.2 de DB SI 3). La anchura de toda hoja de puerta estará comprendida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

En las zonas de riesgo especial del edificio, clasificadas según la tabla 2.1 (DB SI 1), se considera que sus



puntos ocupables son origen de evacuación, y se limita a 25 m la longitud máxima hasta la salida de cada zona. Además, se respetan las distancias máximas de los recorridos fuera de las zonas de riesgo especial, hasta sus salidas de planta correspondientes, determinadas en función del uso, altura de evacuación y número de salidas necesarias y ejecutadas.

Longitud y número de salidas de los recorridos de evacuación para las zonas de riesgo especial								
Local o zona	Planta	Nivel de riesgo <sup>(1)</sup>	Número de salidas <sup>(2)</sup>		Longitud del recorrido <sup>(3)</sup> (m)		Anchura de las salidas <sup>(4)</sup> (m)	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Caldera	Planta baja	Bajo	1	1	25	6	0.80	1.00

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> Nivel de riesgo (bajo, medio o alto) de la zona de riesgo especial, según la tabla 2.1 (DB SI 1).  
<sup>(2)</sup> Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas en la planta a la que pertenece la zona de riesgo especial, según la tabla 3.1 (DB SI 3).  
<sup>(3)</sup> Longitud máxima permitida y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada zona de riesgo especial, hasta la salida de la zona (tabla 2.2, DB SI 1), y hasta su salida de planta correspondiente, una vez abandonada la zona de riesgo especial, según la tabla 3.1 (DB SI 3).  
<sup>(4)</sup> Anchura mínima exigida tanto para las puertas de paso y las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de dimensionado de los elementos de evacuación (punto 4.2 (DB SI 3)), como para las puertas dispuestas en proyecto. La anchura de toda hoja de puerta estará contenida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

## SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACION

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3), se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso 'Residencial Vivienda' o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".
- La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el



rótulo “ZONA DE REFUGIO” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

### CONTROL DEL HUMO DE INCENDIO

No se ha previsto en el edificio ningún sistema de control del humo de incendio, por no existir en él ninguna zona correspondiente a los usos recogidos en el apartado 8 (DB SI 3):

- a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;
- c) Atrios, cuando su ocupación, en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté prevista su utilización para la evacuación de más de 500 personas.

SI 4	INSTALACIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIO
------	---

### DOTACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles <sup>(1)</sup>	Bocas de incendio equipadas	Columna seca	Sistema de detección y alarma	Instalación automática de extinción
<b>Sector de incendio (Uso Agropecuario)</b>					
Norma	Sí	No	No	No	No
Proyecto	Sí	No	No	No	No
<p><i>Notas:</i></p> <p><i>(1) Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.</i></p> <p><i>Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-113B-</i></p>					

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en las zonas de riesgo especial			
Referencia de la zona	Nivel de riesgo	Extintores portátiles <sup>(1)</sup>	Bocas de incendio equipadas
Sala Calderas	Bajo	Sí (1 dentro)	---
<p><i>Notas:</i></p> <p><i>(1) Se indica el número de extintores dispuestos dentro de cada zona de riesgo especial y en las cercanías de sus puertas de acceso. Con la disposición indicada, los recorridos de evacuación dentro de las zonas de riesgo especial quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación para zonas de riesgo bajo o medio, y de 10 m para zonas de riesgo alto, en aplicación de la nota al pie 1 de la tabla 1.1, DB SI 4.</i></p> <p><i>Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-113B-C.</i></p>			

### SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de



extinción) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

SI 5	INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS
------	------------------------------

### CONDICIONES DE APROXIMACION, ENTORNO Y ACCESIBILIDAD POR FACHADA.

Como la altura de evacuación del edificio es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio; tampoco se precisa la justificación de las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio.

SI 6	RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA
------	---------------------------------------

### ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

Alcanzan la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.

Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Resistencia al fuego de la estructura						
Sector o local de riesgo especial (1)	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado (2)			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales (3)
			Soportes	Vigas	Forjados	
Caldera	Local de riesgo especial bajo	Forjado	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 90
Sector de incendio	Secadero	Forjado/Cubierta	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 60

*Notas:*

(1) Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

(2) Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

(3) La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.



## RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS BALAS DE PAJA:

Intentar quemar una bala de paja es similar a hacerlo con un listín telefónico. La paja seca suelta arde con mucha facilidad pero al estar embalada, en su interior apenas hay oxígeno y la combustión se limita a las pajas sueltas de la superficie. De todos modos, es importante que a la hora de aplicar el recubrimiento de la paja, éste se aplique de forma que no quede ninguna fibra de paja sin cubrir. Esta precaución es necesaria para que en caso de que se produzca un fuego, éste no entre en contacto directo con la paja.

No parece lógico pensar que una pared de balas de paja pueda ser segura frente al fuego, siendo la paja un material que arde tan fácilmente. Sin embargo, el fuego necesita una elevada temperatura, combustible y oxígeno. Al comprimir la paja para formar la bala, la cantidad de oxígeno en ésta para alimentar el fuego se reduce.

La capacidad de las paredes de balas de paja, con o sin recubrimiento, para resistir el fuego está confirmada por una serie de ensayos e informes realizados hasta la fecha. Tanto la experiencia de laboratorio como la de campo clasifican estas paredes como muy resistentes a la destrucción por las llamas, a la propagación de la llama y a la combustión.

## ENSAYOS REALIZADOS

Se adjunta informe oficial de ensayo realizado por Tecnalía, realizado el 19 de abril de 2017.

El sistema descrito para los muros de paja con estructura portante de madera es el mismo que se aplicará en la obra que nos ocupa.

Las comprobaciones se han realizado en el apartado estructural correspondiente.



SUA	SEGURIDAD DE UTILIZACION Y ACCESIBILIDAD
-----	--

Los suelos proyectados son adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad, limitando el riesgo de que los usuarios sufran caídas.

Los huecos, cambios de nivel y núcleos de comunicación se han diseñado con las características y dimensiones que limitan el riesgo de caídas, al mismo tiempo que se facilita la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

Los elementos fijos o practicables del edificio se han diseñado para limitar el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento.

El dimensionamiento de las instalaciones de protección contra el rayo se ha realizado de acuerdo al Documento Básico SU 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

SUA 1	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAIDAS
-------	--------------------------------------

#### RESBALADICIDAD DE LOS SUELOS

Se colocará un suelo antideslizante con un valor de Resistencia al deslizamiento  $R_d$  entre 35 y 45 que corresponde a una clase 3 en zonas interiores húmedas.

#### DISCONTINUIDADES EN EL PAVIMENTO

No existen discontinuidades en el pavimento.

#### DESNIVELES

No existen desniveles.

SUA 2	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO
-------	--

#### IMPACTO CON ELEMENTOS FIJOS Y PRACTICABLES

No existe riesgo de impacto con elementos fijos ni practicables en zonas de circulación, estando la altura libre en dichas zonas siempre por encima de los 2,20 m.

Los umbrales de las puertas tienen 2 m.

No existe riesgo de impacto con elementos volados.

#### IMPACTO CON ELEMENTOS FRÁGILES

Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto que se indican en el punto 2 siguiente de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección conforme al apartado 3.2 de SUA 1, tendrán una clasificación de prestaciones X (Y) Z determinada según la norma UNE-EN 12600:2003 cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1. Se excluyen de dicha condición los vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm.

**Tabla 1.1 Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota**

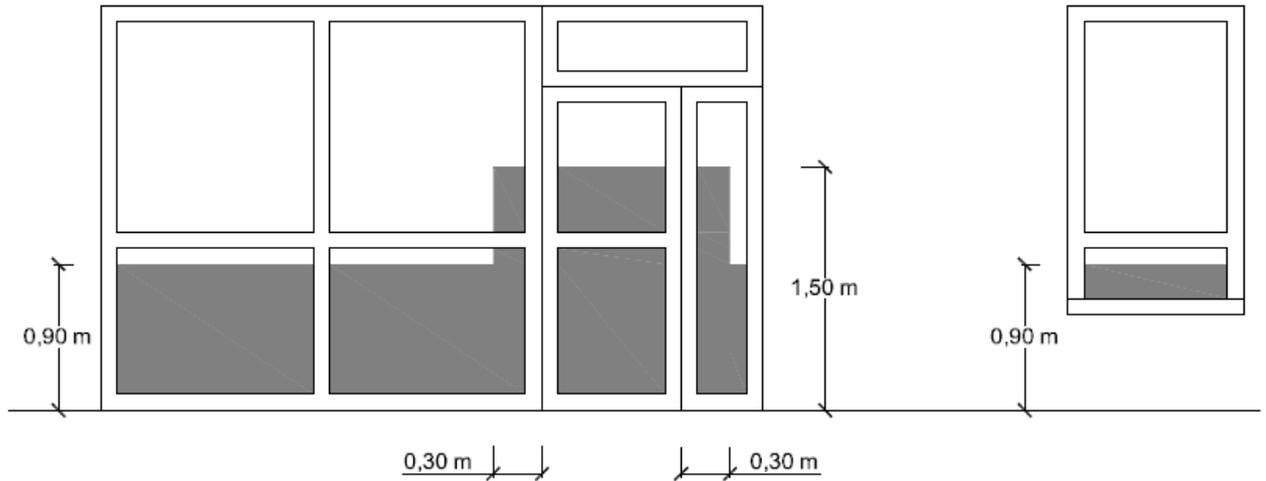
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;



b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m



### IMPACTO CON ELEMENTOS INSUFICIENTEMENTE IMPERCEPTIBLES

No será necesario proveer de señalización a las grandes superficies acristaladas debido a que cuentan con un travesaño situado a una altura de 1 m.

### ATRAPAMIENTO

No existen dispositivos de cierre automáticos que puedan representar un riesgo de atrapamiento.

SUA 3	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO
-------	---

APRISIONAMIENTO: La fuerza de apertura de las puertas de salida será inferior a 150 N.

SUA 4	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO POR ILUMINACION INADECUADA
-------	---

Se adjunta con el estudio de emergencias.

SUA 7	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHICULOS EN MOVIMIENTO
-------	--

No es de aplicación en la obra que nos ocupa.

SUA 8	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCION DEL RAYO
-------	---

$N_d$ (Huesca) = 3.00 impactos/año,km <sup>2</sup> $A_e$ = 2581.74 m <sup>2</sup> $C_1$ (aislado) = 1.00 $N_e$ = 0.0077 impactos/año
---

$C_2$ (estructura de madera/cubierta de madera) = 3.00 $C_3$ (otros contenidos) = 1.00 $C_4$ (resto de edificios) = 1.00 $C_5$ (resto de edificios) = 1.00 $N_a$ = 0.0018 impactos/año
--



### Procedimiento de verificación:

$$\begin{aligned} \text{Altura del edificio} &= 4 \text{ m} \leq 43.0 \text{ m} \\ N_e &= 0.0077 > N_a = 0.0018 \text{ impactos/año} \end{aligned}$$

### Nivel de protección

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina que no es necesario disponer una instalación de protección contra el rayo. El valor mínimo de la eficiencia 'E' de dicha instalación se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} N_a &= 0.0018 \text{ impactos/año} \\ N_e &= 0.0077 \text{ impactos/año} \\ E &= 0.763 \end{aligned}$$

Como:

$$0 \leq 0.763 < 0.80$$

Nivel de protección: IV

**$N_e > N_a$** , no será necesaria la colocación de pararrayos.

SUA 9	ACCESIBILIDAD
-------	---------------

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles

#### Accesibilidad en el exterior del edificio:

La parcela dispondrá de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio. Itinerario accesible Itinerario que, considerando su utilización en ambos sentidos, cumple las condiciones que se establecen a continuación:

- **Desniveles** No existen desniveles
- **Espacio para giro** - Diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada
- **Pasillos y pasos** - Anchura libre de paso  $\geq 1,20$  m  
- Estrechamientos puntuales de anchura  $\geq 1,00$  m, de longitud  $\leq 0,50$  m, y con separación  $\geq 0,65$  m a huecos de paso o a cambios de dirección
- **Puertas** - Anchura libre de paso  $\geq 0,80$  m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser  $\geq 0,78$  m  
- Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos  
- En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro Ø 1,50 m



- Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón  $\geq 0,30$  m
- Fuerza de apertura de las puertas de salida  $\leq 25$  N ( $\leq 65$  N cuando sean resistentes al fuego)
- **Pavimento** - No contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. Los felpudos y moquetas están encastrados o fijados al suelo - Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación

### *Servicios higiénicos accesibles*

Aseo accesible - Está comunicado con un *itinerario accesible*



HS I	PROTECCION FRENTE A LA HUMEDAD
------	--------------------------------

## I.- SUELOS

### I.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS I, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

Coeficiente de permeabilidad del terreno:	$K_s: 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}^{(1)}$
<i>Notas:</i> (1) Este dato se obtiene del informe geotécnico.	

### I.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

Forjado sanitario	C2
-------------------	----

Forjado sanitario, canto 40 HA-25/B/20/IIa; acero UNE-EN 10080 B 500 S; casetón perdido y malla electrosoldada ME 20x20, Ø 5 mm, B 500 T 6x2, 20 UNE-EN 10080, en capa de compresión.

Presencia de agua:	Baja
Grado de impermeabilidad:	2(1)
Tipo de suelo:	Suelo elevado(2)
Tipo de intervención en el terreno:	Sin intervención
<i>Notas:</i> (1) Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 de DB HS I Protección frente a la humedad. (2) Suelo situado en la base del edificio en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7. (3) Capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.	

Ventilación de la cámara:

VI El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas,  $S_v$ , en  $\text{cm}^2$ , y la superficie del suelo elevado,  $A_s$ , en  $\text{m}^2$  debe cumplir la condición:

$$VI$$

VI La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

### I.3.- Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

**Encuentros del suelo con los muros:**- En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS I Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.

- Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

**Encuentros entre suelos y particiones interiores:**- Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.



## 2.- FACHADAS

### 2.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio:	E I (1)
Zona pluviométrica de promedios:	III(2)
Altura de coronación del edificio sobre el terreno:	4.0 m( 3)
Zona eólica:	B(4)
Grado de exposición al viento:	V I (5)
Grado de impermeabilidad:	3(6)
<i>Notas:</i> (1) Clase de entorno del edificio EO (Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas). (2) Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 de DB HS 1 Protección frente a la humedad. (3) Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.	

### 2.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

MURO DE BALAS DE PAJA	R3+CI +HI +JI
Revestimiento exterior:	Sí
Grado de impermeabilidad alcanzado:	5 (R3+CI , Tabla 2.7, CTE DB HS I)
MURO YTONG	R3+CI +HI +JI
Revestimiento exterior:	Sí
Grado de impermeabilidad alcanzado:	5 (R3+CI , Tabla 2.7, CTE DB HS I)

### Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:

- Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
- Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
- Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:

- Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
- Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);



- Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
- Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

### Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1/2 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

### Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

H1 Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de:

Ladrillo cerámico de succión  $\leq 4,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ , según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006;

Piedra natural de absorción  $\leq 2 \%$ , según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

### Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;

### 2.3.- Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### Juntas de dilatación:

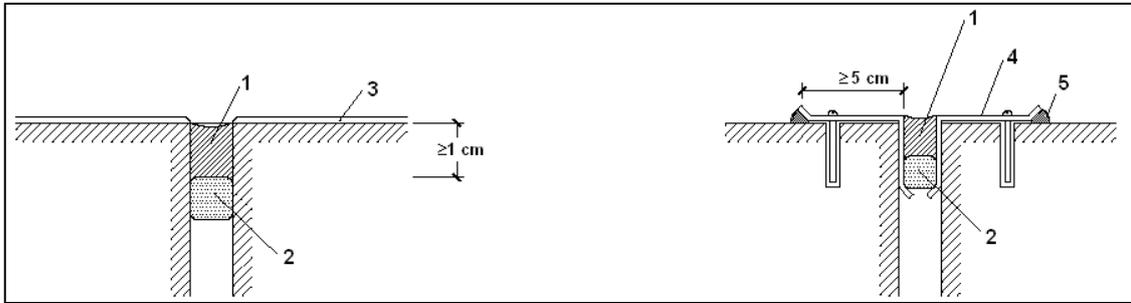
Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas	
Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
de piedra natural	30
de piezas de hormigón celular en autoclave	22
de piezas de hormigón ordinario	20
de piedra artificial	20
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15

- En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).

El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.



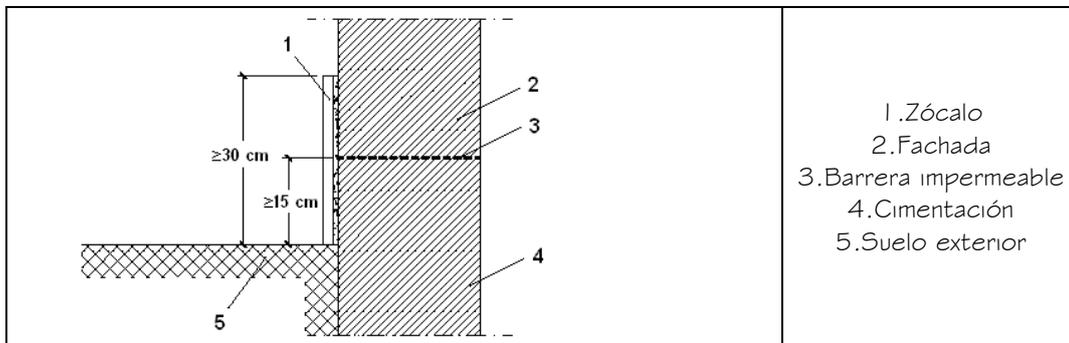


1. Sellante
2. Relleno
3. Enfoscado
4. Chapa metálica
5. Sellado

### Arranque de la fachada desde la cimentación:

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



1. Zócalo
2. Fachada
3. Barrera impermeable
4. Cimentación
5. Suelo exterior

- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS I Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

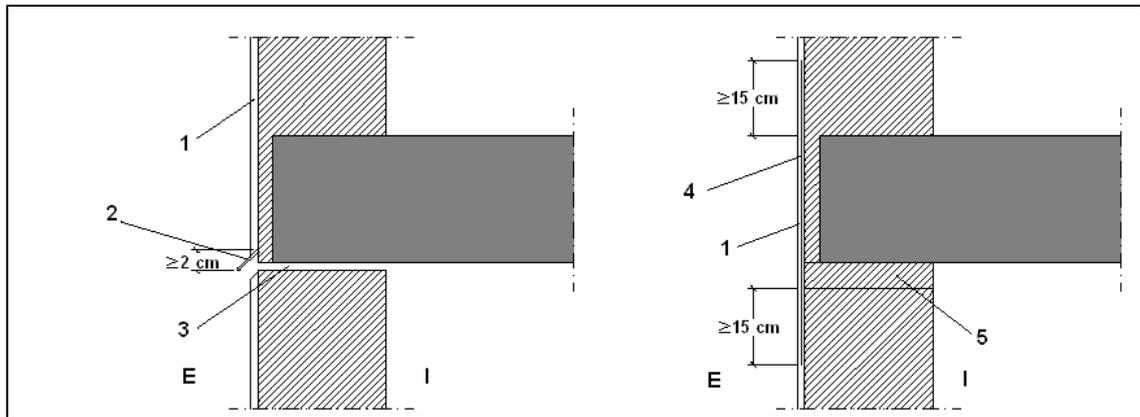
### Encuentros de la fachada con los forjados:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes (véase la siguiente figura):

a) Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;

Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.





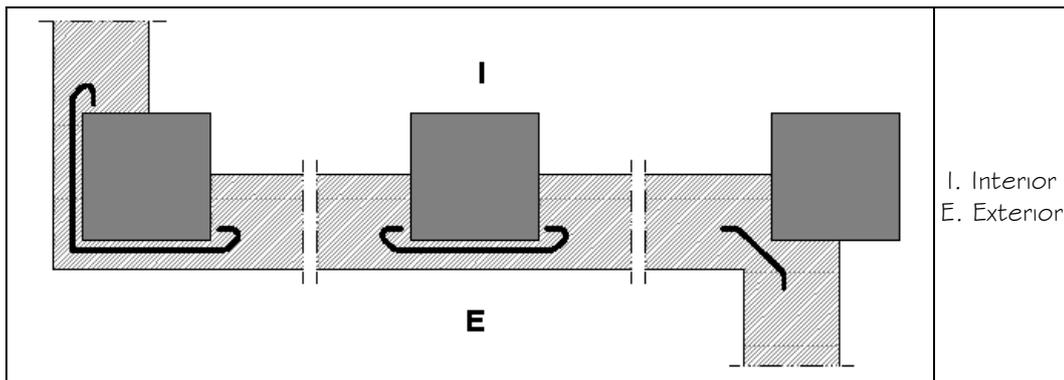
1. Revestimiento continuo
2. Perfil con goterón
3. Junta de desolidarización
4. Armadura
5. 1ª Hilada
I. Interior
E. Exterior

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

#### Encuentros de la fachada con los pilares:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



#### Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:

- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.

- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.

Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:

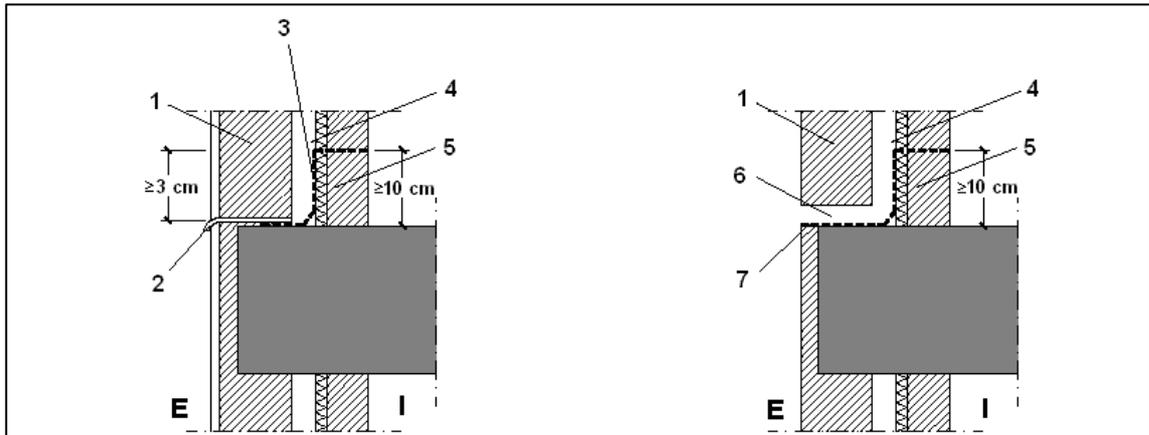
COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGON | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231



a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (véase la siguiente figura);

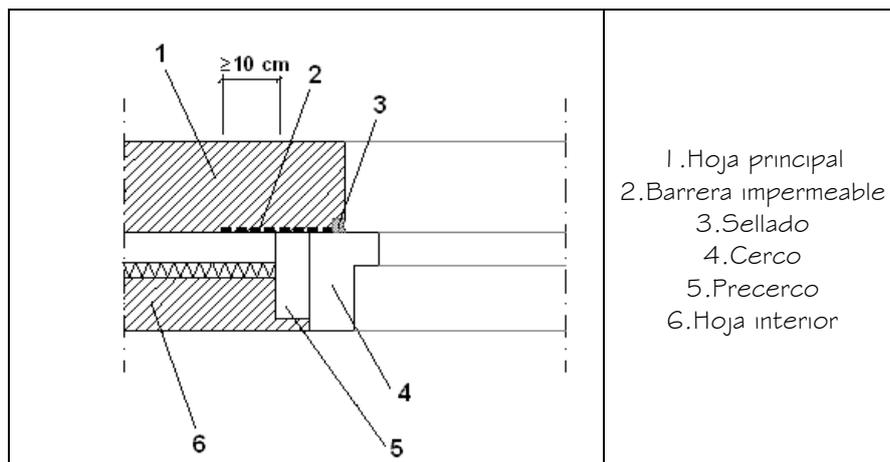
Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.



1. Hoja principal
2. Sistema de evacuación
3. Sistema de recogida
4. Cámara
5. Hoja interior
6. Llagas desprovistas de mortero
7. Sistema de recogida y evacuación
I. Interior
E. Exterior

### Encuentro de la fachada con la carpintería:

Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

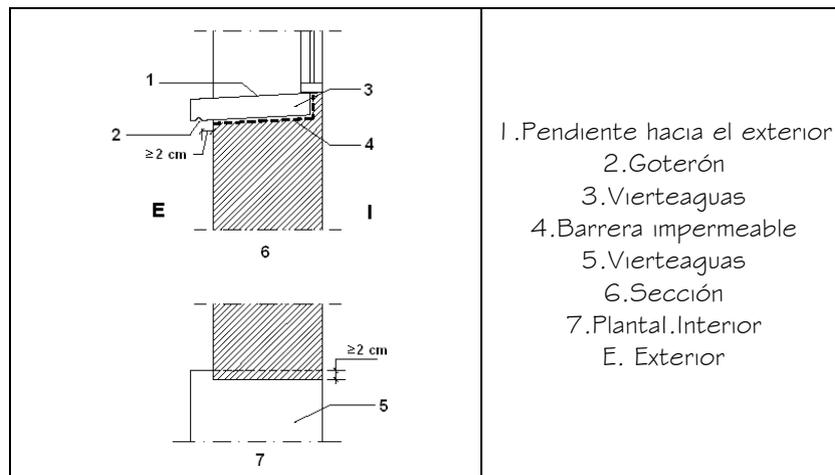
- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como

mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del



paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).

La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



### Antepechos y remates superiores de las fachadas:

- Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

### Anclajes a la fachada:

- Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

### Aleros y cornisas:

- Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben
  - a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;
  - b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;
  - c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.
- En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.



punto hacia la fachada.

### 3.- CUBIERTAS INCLINADAS

#### 3.1.- Condiciones de las soluciones constructivas

TEJA (FORJADO CUBIERTA DE MADERA)	
Formación de pendientes:	
Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	35 %
Aislante térmico(1):	Balas de paja [0.038 W/[mK]]
Espesor:	20 cm (2)
Barrera contra el vapor:	Lamina PVC
Tipo de impermeabilización:	
Descripción:	Lamina Maydilit
<i>Notas:</i> (1) Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía. (2) Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.	

#### Sistema de formación de pendientes

- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

#### Aislante térmico:

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
- Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

#### Capa de impermeabilización:

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado:
  - Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
  - Cuando la cubierta no tenga protección, deben utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.
  - Cuando se utilicen sistemas no adheridos, debe emplearse una capa de protección pesada.

#### Tejado

- Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y



altitud topográfica.

- Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

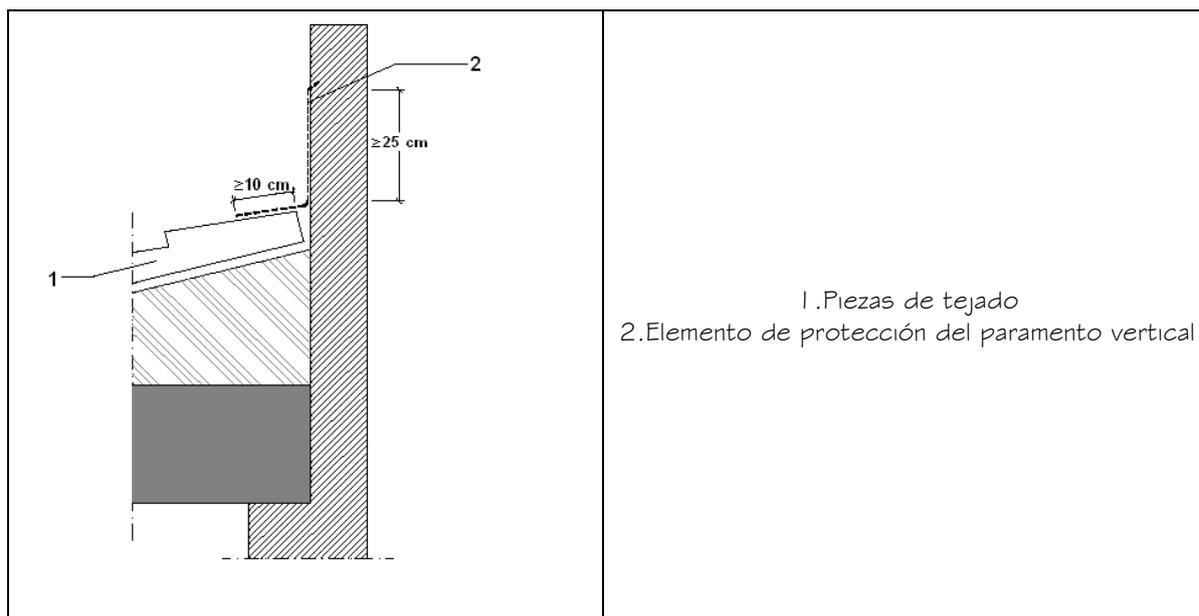
### 3.2.- Puntos singulares de las cubiertas inclinadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### **Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:**

- En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas.
- Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9 de DB HS I Protección frente a la humedad.

Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro (véase la siguiente figura).



#### **Alero:**

- Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.
- Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

#### **Borde lateral:**

- En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.



### **Limahoyas:**

- En las limahoyas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.
- La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm. como mínimo.

### **Cumbreras y limatesas:**

- En las cumbreras y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.
- Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse.
- Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

### **Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:**

- Los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoyas.
- La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.
- En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

### **Lucernarios:**

- Deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricada o realizada in situ.
- En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

### **Anclaje de elementos:**

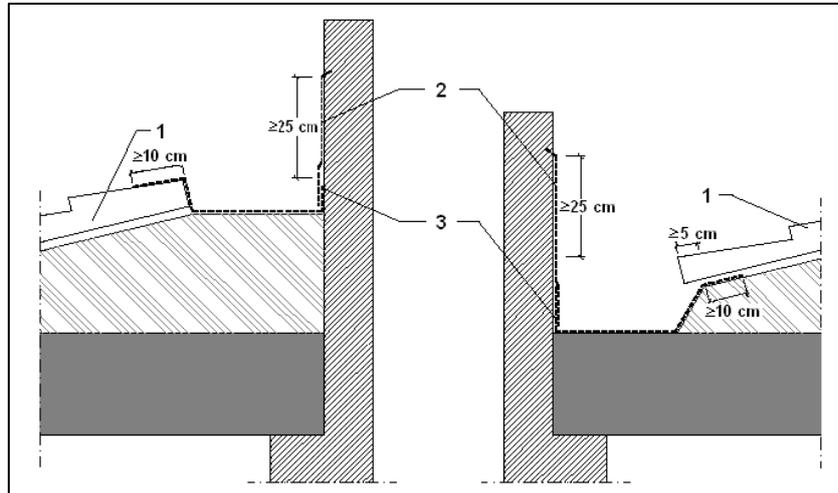
- Los anclajes no deben disponerse en las limahoyas.
- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

### **Canalones:**

- Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.
- Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.
- Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (véase la siguiente figura).





1. Piezas de tejado
2. Elemento de protección del paramento vertical
3. Elemento de protección del canalón

- Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:

- a) Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (véase la siguiente figura);
- b) Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (véase la siguiente figura);

- Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que:

- a) El ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo;
- b) La separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo.
- c) El ala inferior del canalón debe ir por encima de las piezas del tejado



HS2	RECOGIDA Y EVACUACION DE RESIDUOS
-----	-----------------------------------

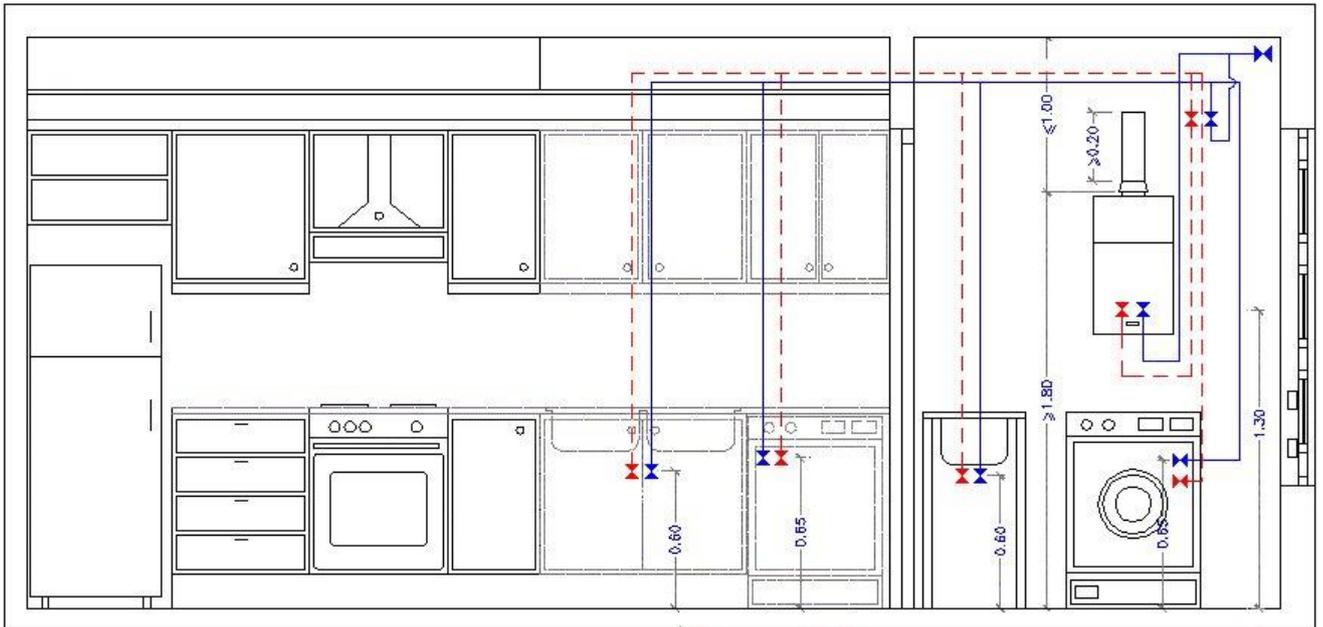
No es de aplicación en la obra que nos ocupa.

HS3	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR
-----	---------------------------

No es de aplicación en la obra que nos ocupa.



El diseño de la instalación de fontanería se puede ver en los planos adjuntos.

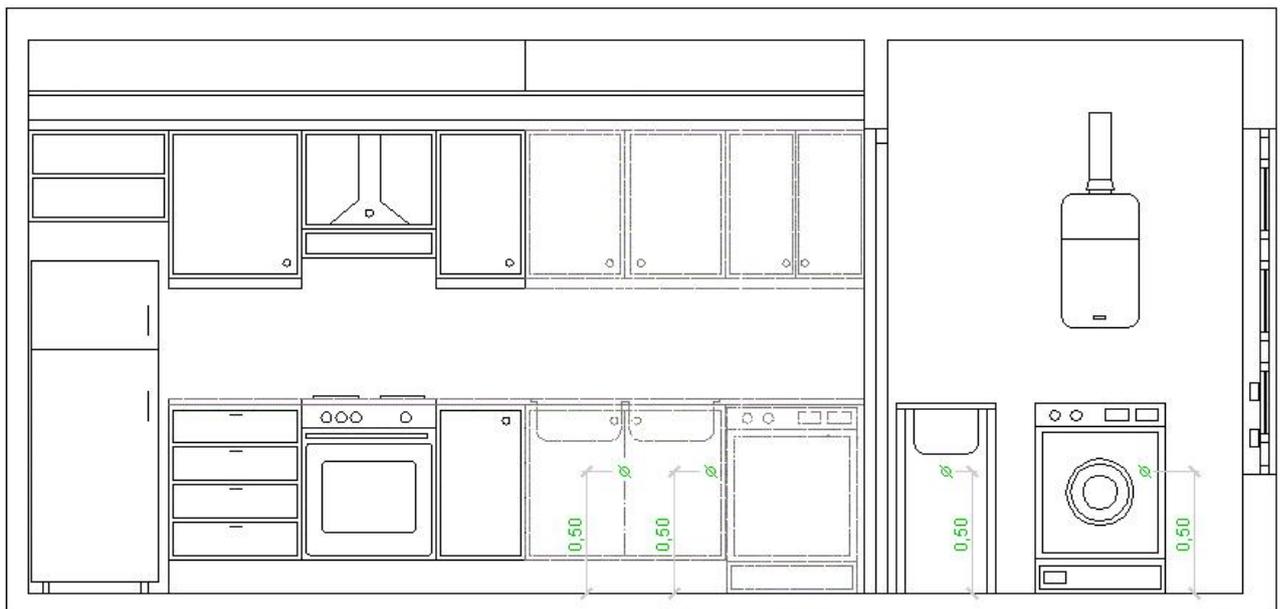


Propiedades de la instalación:

- Se colocarán cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso de aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Se colocarán arquetas sifónicas en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.
- Dichos cierres hidráulicos serán autolimpiables y tendrán un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable.
- Los colectores enterrados tendrán una pendiente máxima del 2%.

Diseño:

El esquema de evacuación de agua puede comprobarse en los planos adjuntos



No es de aplicación en la obra que nos ocupa.



HE0	LIMITACION DEL CONSUMO ENERGETICO
-----	-----------------------------------

No es de aplicación en la obra que nos ocupa.

HE1	LIMITACION DE LA DEMANDA ENERGÉTICA
-----	-------------------------------------

No es de aplicación en la obra que nos ocupa.

HE2	RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TERMICAS
-----	---

No es de aplicación en la obra que nos ocupa. Se adjunta memoria instalación térmica en cumplimiento del RITE 1027/2007.

HE3	EFICIENCIA ENERGETICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACION
-----	---

#### CALCULO DEL VALOR DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA: VEEI

Se justifica a continuación el cálculo de la eficiencia energética para el alumbrado funcional de la ampliación del edificio.

Las luminarias proyectadas poseen las siguientes características técnicas:

LUMINARIA	$\phi$	$\eta$	$f_u$	$f_m$
DONWLIGHT CELER TREND 20W LED	2.150	0,95	0,80	0,75
DISANO RODA 1783 39W LED	4.400	0,93	0,80	0,75
ESTRUCTURA LED 14,4W/m	1.480	0,89	0,80	0,75

Utilizaremos las siguientes fórmulas para calcular la  $E_m$  (iluminancia media horizontal mantenida, lux):

$$E_m = \frac{\Sigma(N \times \phi \times \eta \times f_u \times f_m)}{S}$$

Siendo:

N: número de lámparas

$\phi$ : flujo lumínico (lm)

$\eta$ : rendimiento

$f_u$ : factor de utilización.

$f_m$ : factor de mantenimiento.

S: superficie iluminada ( $m^2$ )

La eficiencia energética de una instalación de iluminación se determina mediante el valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI:  $W/m^2$ ) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:



$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

Siendo:

P: potencia total instalada en las lámparas más los equipos auxiliares (W).

S: superficie iluminada (m<sup>2</sup>)

E<sub>m</sub>: iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Dependencia	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Em (lux)	VEEI Cálculo	VEEI Máximo
Zona preparación	24,48	144,0	322,84	1,82	4,00
Secadero 1	20,71	80,0	236,69	1,63	4,00
Secadero 2	20,71	80,0	236,69	1,63	4,00
Invernadero	22,25	115,2	284,16	1,82	4,00
Caldera	7,84	39,0	313,16	1,58	4,00

En todas las dependencias estudiadas el valor de la eficiencia energética es inferior al valor límite de la tabla 2.1 del DB HE-3.

#### POTENCIA INSTALADA EN EL EDIFICIO

Según la tabla 2.2. Potencia máxima de iluminación, para el uso del edificio la potencia máxima sería 10 W/m<sup>2</sup>.

Dependencia	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	W/m <sup>2</sup>	Superficie total (m <sup>2</sup> )	Ratio
Zona preparación	24,48	144,0	5,88	95,99	4,77
Secadero 1	20,71	80,0	3,86		
Secadero 2	20,71	80,0	3,86		
Invernadero	22,25	115,2	5,68		
Caldera	7,84	39,0	4,97		

Por tanto, en todas las estancias la potencia instalada por m<sup>2</sup> es inferior a la máxima permitida para este tipo de espacios.

HE4	CONTRIBUCION SOLAR MINIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA
-----	--

No es de aplicación en la obra que nos ocupa.

HE5	CONTRIBUCION FOTOVOLTAICA MINIMA DE ENERGIA ELECTRICA
-----	---

No es de aplicación en la obra que nos ocupa.



## MEMORIA INSTALACIÓN TERMICA

- 1 NORMAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN.
- 2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION TERMICA.
- 3 DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS.
  - 3.1. *Caldera alimentada con pellet.*
  - 3.2. *Bomba circuladora.*
  - 3.3. *Climatizador baja silueta.*
  - 3.4. *Ventilador de techo.*
  - 3.5. *Compuertas motorizadas.*
- 4 CONTROL DE LA INSTALACION.



## I.- NORMAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Complementarias. Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, con sus correspondientes Normas UNE.

## 2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN TERMICA

El secado de las plantas precisa para un correcto proceso una corriente de aire a temperatura superior a la ambiente, variable en función de la especie concreta a secar (entorno a 35 -45°C).

Con el fin de alcanzar la temperatura deseada en las 2 estancias destinadas al secado se diseña un sistema de calentamiento doble:

- Por una parte y de forma prioritaria, se piensa en aportar aire exterior previamente calentado por el sol de forma gratuita en el invernadero que forma parte del edificio. Este aire caliente, con menor peso específico que el aire frío, ascenderá a la parte alta del invernadero que se encuentra en comunicación directa con la cámara de aire existente bajo la cubierta de la zona de secadero.

Una vez allí, el aire caliente se conducirá (intercalando compuertas motorizadas) e impulsará a ambos secaderos utilizando para ello un climatizador de baja silueta equipado con un ventilador capaz de trabajar a temperaturas altas (colocado adosado al techo de la sala técnica, intermedia a los 2 secaderos). Del climatizador partirán 2 circuitos helicoidales de chapa galvanizada y diámetro 315 mm, uno para cada secadero. Los elementos difusores serán toberas de largo alcance y diámetro 100 mm., (4 uds. en cada uno de los conductos).

En cada uno de los secaderos, en la parte opuesta a donde se sitúa el conducto de impulsión, se instalará conducto para el retorno de aire con toma en la parte inferior. Serán también helicoidales de chapa galvanizada y diámetro 315 mm. En la parte inferior de los conductos se efectuará una toma a desagüe que permita desalojar la humedad, en caso de que esta se produzca.

De estos conductos partirán dos ramales, cada uno equipado con compuerta motorizada todo / nada.

El primero de estos ramales, descenderá hasta nivel inferior al suelo, por donde discurrirá hasta la sala de caldera, donde tras dividirse en 2 conductos de 180 mm. ascenderán verticalmente por hueco ejecutado al efecto hasta la evacuación al exterior. En su recorrido ascendente cederá calor al aire exterior que se introduce bien a la sala de caldera, bien al invernadero (conducto bajo el nivel de suelo).



El segundo ramal, ascenderá hasta la cámara de aire superior reconduciéndose de nuevo a los secaderos.

Mediante la apertura / cierre de las compuertas motorizadas instaladas en estos ramales de los conductos de extracción, se direccionará el aire bien para ser desechado, bien para su reutilización. La apertura de una u otra de las compuertas quedará condicionada por las condiciones de humedad y temperatura del aire de retorno (medidas en sondas de conductos). Se instalará un equipo de control automático (accesible para el usuario) en el que puedan modificarse los parámetros de funcionamiento.

Para favorecer la circulación del aire en los secaderos, se colocarán sendos ventiladores de techo.

- Como complemento al sistema de calentamiento solar descrito en días con malas condiciones ambientales, se proyecta colocar una caldera destinada a calentar un circuito de agua (entorno a 70°C) con el que alimentar la batería de agua que forma parte del climatizador.

En el climatizador y gracias a la batería de agua, se calentará el aire a impulsar a los secaderos (procedente bien del exterior, bien del retorno del secadero).

Siguiendo con la premisa de utilizar energías renovables, se selecciona una caldera alimentada con pellet a colocar en la misma sala técnica donde se encuentra el climatizador. La chimenea de evacuación de los humos, de acero inoxidable específico para este uso, de diámetro 130 mm., ascenderá junto a los 4 conductos de extracción de aire e igual que estos, cederá calor al aire exterior de aporte.

La puesta en marcha / paro de la caldera, será comandada por el sistema de control.

### 3.- DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS.

#### 3.1.- Caldera alimentada con pellet.

Se selecciona una caldera de pellet compacta, que incorpora su propio depósito de carga manual con una capacidad de 185 l/120 Kg. Será marca HARGASSNER modelo CLASSIC 22 o similar con las siguientes características técnicas:

Rango de potencia .....6,5 -22 kW  
Eficiencia carga máx. / parcial .....91,5 / 93,3 %  
Temperatura máxima de operación .....95°C  
Presión de operación .....3 bar  
Capacidad de agua .....38 l  
Diámetro tubo de humos .....130 mm.  
Dimensiones: alt. X A x F .....1.470 x 1.165 x 775 mm.



Peso.....300 Kg  
Etiqueta energética.....A<sup>+</sup>  
Alimentación eléctrica.....230 V AC 50 Hz

Incorpora sensor de nivel para avisar de cuando es necesario rellenar el depósito. Regulación con sonda Lambda con ajuste automático del combustible. Parrilla con limpieza automática y descarga automática de cenizas. Indicador de nivel de llenado automático del cenicero. Limpieza automática del intercambiador. Doble válvula rotatoria con una protección 100% antirretorno de llama.

### 3.2.- Bomba circuladora.

Se ejecutará una red hidráulica para comunicar la caldera con la batería de agua del climatizador. Se realizará con tubería de acero inoxidable de Ø 35 mm. aislada térmicamente con Armaflex SH 24x035 o equivalente.

En dicho circuito se incorporará una bomba circulatoria de alta eficiencia marca SEDICAL modelo A 25/6-B o similar, que para un caudal de agua de 2,1 m<sup>3</sup>/h, permite una pérdida de carga de 3,0 m.c.a. Contará con llaves de corte, válvula de retención, filtro y puente manométrico.

Complementariamente se instalará una válvula motorizada de 3 vías para el control del funcionamiento del climatizador.

### 3.3.- Climatizador baja silueta.

El climatizador seleccionado, estará indicado para instalación horizontal, en concreto adosado al techo de la sala técnica. Será marca SCHAKO modelo NBS-100/3 o similar, equipado con:

- Ventilador diseñado para trabajar a temperaturas elevadas y alta presión disponible (entorno a 125 Pa) alimentación eléctrica 230 V AC 50 Hz,
- Batería de agua a 2 tubos.
- Carcasa formada por perfiles y paneles de chapa de acero galvanizado con aislante térmico y acústico.

Su caudal a máxima velocidad (de las 5 posibles) será de 2.520 m<sup>3</sup>/h, aportando una potencia calorífica de 21,8 kW (T<sup>a</sup> aire 20°C / 50°C – T<sup>a</sup> agua 70°C / 60°C).

### 3.4.- Ventilador de techo.

A colocar uno en cada secadero y destinados a forzar el movimiento de aire dentro de los recintos. El modelo seleccionado es marca S&P modelo HTB-75 N o similar.

Diámetro.....80 cm.



Caudal de aire velocidad alta/media/baja .....4.500 / 3.640 / 2.540 m<sup>3</sup>/h  
Alimentación eléctrica .....230 V 50 Hz  
Potencia absorbida .....45 W

### 3.5.- Compuertas motorizadas.

La funcionalidad de la red de conductos precisa la inclusión de compuertas motorizadas, en concreto 6 unidades todas ellas a intercalar en conductos de diámetro 315 mm. Serán marca S&P modelo REEV con motor todo/nada incorporado marca S&P modelo LF-230.

### 4.- CONTROL DE LA INSTALACION.

Se diseña la inclusión de una central de control que gestionará de forma automáticamente la instalación, comandando:

- Programación horaria / semanal.
- Puesta en marcha / paro del climatizador.
- Puesta en marcha / paro de la caldera de pellet así como temperatura de impulsión de agua.
- Puesta en marcha / paro de la bomba circuladora.
- La apertura / cierre de las compuertas motorizadas situadas en los circuitos de extracción y toma de aire, en función de las consignas indicadas y de las medidas realizadas, utilizando para ello sondas de temperatura y humedad de conducto de extracción.

Bigüezal, marzo de 2019  
Fdo. Juan Ignacio Urquia Lus  
ARQUITECTO



BLOQUE 7 JUSTIFICACIÓN DE MODIFICACIÓN NO SUSTANCIAL DE ACTIVIDAD



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE ARAGÓN | Demarcación de HUESCA.  
VISADO Normal con fecha 22/05/2019. Número de expediente/fase HU2019001187400

Documento con firma electrónica. Autenticidad verificable en [coaa.e-gestion.es/validacion.aspx](http://coaa.e-gestion.es/validacion.aspx) con CSV: EVzoq0rvmay893222019561231

## 7.1 ANTECEDENTES

## 7.2 JUSTIFICACIÓN DE MODIFICACIÓN NO SUSTANCIAL DE ACTIVIDAD

### 2.1. Evaluación de aspectos.

2.1.1. Tamaño y producción de la instalación en que se desarrolla la actividad.

2.1.2. Consumo de agua y energía.

2.1.3. El volumen peso y tipología de los residuos generados.

2.1.4. La calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.

2.1.5. El grado de contaminación producido.

2.1.6. El riesgo de accidente.

2.1.7. La incorporación o aumento en el uso de sustancias peligrosas.

## 7.3 OTRAS CONSIDERACIONES

3.1. Aseos y Vestuarios.

3.2. Accesibilidad.



## 7.1.- ANTECEDENTES

El SECADERO SOLAR es una actividad subsidiaria del Centro de Especial de Empleo de ATADES HUESCA cuya sede dentro del Centro Manuel Artero se emplaza en el edificio de tipología industrial denominado BROTALIA.

De hecho, tal y como se describirá en la memoria eléctrica, es desde BROTALIA de donde se acometerá la instalación eléctrica en baja tensión.

El 21 de Mayo de 2013, los Ingenieros Técnicos Industriales D<sup>ª</sup>. Inmaculada Lloro Otín y D. Javier Buera Olivera, redactaron el Proyecto de Ampliación de Actividad e Instalación de protección contra incendios en naves para exposición y venta de plantas y productos de jardinería en el Centro Manuel Artero de Huesca. (Edificio denominado comercialmente "BROTALIA"). Este proyecto se visó en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón con el número ARO1702/13.

Posteriormente se redactó un ANEXO, a petición de INAGA, en el que se amplió la actividad a tenencia y venta de mascotas, contemplando la existencia de un núcleo zoológico.

En noviembre de 2014, los mismos Ingenieros presentaron final de obra y solicitaron licencia de inicio de actividad.

El 02/01/2015 la Técnico Municipal D<sup>ª</sup> Sonia Moreno Pérez cursa la oportuna visita de comprobación y expide el ACTA DE COMPROBACIÓN del expediente municipal 00002212013-U-CLASIFICADAS, informando FAVORABLEMENTE la actividad de "Ampliación de exposición y venta de productos de jardinería y agrícolas y núcleo zoológico".

## 7.2.- JUSTIFICACIÓN NO SUSTANCIAL DE ACTIVIDAD

Para justificar que el SECADERO SOLAR dependiente del Centro Especial de Empleo supone una modificación de la actividad no sustancial, aplicaremos el artículo 74 de la LEY 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón, que a continuación se transcribe literalmente:

Artículo 74. *Modificación sustancial de actividades.*

1. A fin de calificar la modificación de una actividad como sustancial, se tendrá en cuenta la mayor incidencia de la modificación proyectada sobre la seguridad, la salud de las personas y el medio ambiente en los siguientes aspectos:

- a) El tamaño y producción de la instalación en que se desarrolla la actividad.
- b) Los recursos naturales utilizados por la misma.
- c) Su consumo de agua y energía.
- d) El volumen, peso y tipología de los residuos generados.
- e) La calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.



- f) El grado de contaminación producido.
- g) El riesgo de accidente.
- h) La incorporación o aumento en el uso de sustancias peligrosas.

2. El titular de una actividad que pretenda llevar a cabo una modificación de la misma en su ejercicio deberá comunicarlo al ayuntamiento en cuyo territorio se ubique la instalación en la que desarrolla la actividad, mediante una comunicación razonada y documentada a tal fin, indicando si considera que tiene carácter sustancial o no.

3. Si el ayuntamiento no manifiesta en el plazo de un mes desde la fecha en la que se le comunicó dicha voluntad su criterio contrario a la calificación como no sustancial de la modificación pretendida, el titular podrá ejecutarla o realizarla directamente, sin perjuicio de tener que contar con las autorizaciones o títulos habilitantes que sean exigibles en virtud de lo establecido en la normativa urbanística, así como en la de régimen local.

4. Cuando la modificación proyectada sea considerada por el propio titular o por el ayuntamiento como sustancial, esta no podrá llevarse a cabo en tanto no sea otorgada una nueva licencia ambiental de actividades clasificadas.

### 7.2.1. Evaluación de aspectos

#### 7.2.1.1. Tamaño y producción de la instalación en que se desarrolla la actividad

La superficie construida de BROTALIA sin tener en cuenta los invernaderos anexos al edificio principal es de 1.193,30 m<sup>2</sup>. Por tanto, esta sería la superficie construida de edificaciones que cuenta con licencia de actividad clasificada.

El SECADERO SOLAR, es un edificio de escasa Entidad, compuesto por dos pequeños recintos de secado de planta aromática de superficie útil cada uno de ellos de 20,71 m<sup>2</sup>, un cuarto de 7,84 m<sup>2</sup> de superficie útil para ubicar la caldera de biomasa de potencia térmica 22 kW y el fancoil que distribuye el aire caliente a ambos secaderos, otra estancia denominada invernadero de 21,48 m<sup>2</sup> de superficie útil y que únicamente sirve para almacenar calor proveniente del sol y que así facilite el secado de las plantas de forma eficiente reduciendo al máximo la potencia de la instalación térmica, y una zona de preparación de 24,48 m<sup>2</sup> de superficie útil que para preparar la planta antes de proceder al secado de la misma. En definitiva, el edificio que complementa la actividad tiene una superficie construida de 120,21 m<sup>2</sup>.

Por tanto, el incremento de superficie construida supone un **10,07%** sobre la superficie construida con licencia.

En términos de producción, la afección es todavía menor, ya que en el SECADERO SOLAR, únicamente se procesan plantas aromáticas con características medicinales cultivadas en la propia parcela a muy pequeña escala, con el único fin de realizar una investigación posterior en las instalaciones de la Universidad de Zaragoza para el desarrollo posterior de productos cosméticos ecológicos. Con esto se quiere resaltar que **NO** se trata de un secadero INDUSTRIAL.



Esta actividad se desarrolla a través del Programa POCTEFA denominado SPAGYRIA cuyos objetivos son:

- Se creará una red de centros especiales de empleo, centros de investigación y centros de transformación, en materia de innovación y tecnología.
- Se implementará una nueva línea de trabajo en los centros especiales de empleo socios del proyecto, que consistirá en el cultivo de las plantas medicinales, que posteriormente servirán de base en la investigación y desarrollo de los productos cosméticos.
- Se desarrollará una norma de acreditación/certificación ecológica de uso compartido por los socios que podrá ser transferible a a cualquier productor ecológico que quiera trabajar en la misma línea.
- Los beneficiarios principales serán personas con discapacidad y se tratará de mejorar su empleabilidad y mejorar su calidad de vida.
- En este proyecto se suman las experiencias de todos los socios tanto en materia de producción, cultivo y procesamiento de plantas aromáticas como en la innovación tecnológica, ya que se utilizarán disolventes y tecnologías totalmente sostenibles, 100% productos ecológicos.

Los Socios del SPAYRIA son:

- Ayuntamiento de Pamplona
- **Ayuntamiento de Huesca**
- Universidad de Zaragoza
- Medes
- Elkarkide
- Jardins de Girou
- **Asociación Tutelar Asistencial de Discapacitados Intelectuales (ATADES)**

#### 7.2.1.2. Consumo de agua y energía.

El consumo de agua es mínimo, tan solo el de una pequeña fregadera para la limpieza de manos y útiles de jardinería en la sala de preparación.

Respecto al consumo de energía, el edificio se ha diseñado desde el punto de vista de consumo de energía nulo e incluso para que genere excedentes, ya que la generación solar fotovoltaica de potencia 3 kW, producirá todo el año energía eléctrica, mientras que la actividad de secado de planta aromática medicinal se reduce a épocas muy puntuales.



### 7.2.1.3. El volumen peso y tipología de los residuos generados

El Secadero Solar no genera residuos, ya que su tecnología consiste en desecar la planta aromática a baja temperatura para que no pierda sus aceites esenciales. Dicha planta es enviada posteriormente a la Universidad de Zaragoza por lo que únicamente se genera el residuo orgánico de los “recortes” de tallos, que son reutilizados como compost en la propia parcela.

### 7.2.1.4. La calidad y capacidad regenerativa de los recursos naturales de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.

El secadero solar no afecta negativamente a los recursos naturales de las áreas afectadas. En todo caso beneficia, ya que parcelas que hasta la fecha no eran cultivables ahora lo son con la planta aromática medicinal, evitando la erosión del terreno entre otros aspectos relevantes.

### 7.2.1.5. El grado de contaminación producido.

Tal y como se ha expuesto anteriormente, el grado de contaminación es nulo. El edificio se ha planteado como construcción 100% bioclimática, aprovechando los recursos naturales tanto para el secado solar como para la producción solar fotovoltaica con excedentes.

### 7.2.1.6. El riesgo de accidente.

El riesgo de accidente también es mínimo por las siguientes razones:

- La carga al fuego es mínima ya que se trata de planta recién cortada con alto grado de humedad.
- El riesgo laboral es bajo, ya que el trabajo consiste en la preparación de la planta previamente cortada para ser secada.
- Respecto al riesgo de accidente medioambiental es inexistente.

### 7.2.1.7. La incorporación o aumento en el uso de sustancias peligrosas.

No aplica ni antes ni ahora.

## 7.2.2. Conclusión

Evaluados los aspectos recogidos en el artículo 74, se concluye que la ampliación de la actividad supone una modificación **NO SUSTANCIAL** sobre la licencia obtenida.

Por tal motivo se solicita a este Ayuntamiento, que evalúe la actividad del SECADERO SOLAR como una actividad subsidiaria e inócua de la actividad clasificada ya concedida.



## 7.3.- OTRAS CONSIDERACIONES

### 7.3.1 .Aseos y Vestuarios.

Los aseos tanto de uso exclusivo de trabajadores como de uso público (posibles visitantes al secadero) se hallan en el complejo de edificios de BROTALIA. En concreto:

Para uso público: Se dispone de aseos masculinos, aseo femenino y aseo adaptado a minusválidos. Todos ellos con dotación de inodoro y lavabo.

Para uso privado (trabajadores): Se dispone de vestuario masculino, vestuario femenino, aseo normal y aseo adaptado. Los aseos con dotación de inodoro y lavabo.

### 7.3.2. Accesibilidad.

El SECADERO SOLAR se ha diseñado con criterios de plena accesibilidad, evitando desniveles y facilitando los recorridos de personas con discapacidad física.

Bigüezal, marzo de 2019  
Fdo. Juan Ignacio Urquia Lus  
ARQUITECTO

