

MUSEO Y ALBERGUE PARA PEREGRINOS DEL CAMINO DE SANTIAGO,  
EN SANTA M<sup>a</sup> DE EUNATE, NAVARRA



PROYECTO EJECUCIÓN - TRABAJO FIN DE MÁSTER  
24/11/2017

MIRIAM SOLANAS LAGUNA  
Director: LUIS FRANCO LAHOZ



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

Museo y albergue para peregrinos del  
Camino de Santiago en Eunate, Navarra  
*Museum and hostel for pilgrims of  
The Way of Santiago in Eunate, Navarra*

Autora

Miriam Solanas Laguna

Director

Luis Franco Lahoz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2017



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. MIRIAM SOLANAS LAGUNA

con nº de DNI 17456089D en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
MÁSTER, (Título del Trabajo)  
MUSEO Y ALBERGUE PARA PEREGRINOS DEL CAMINO DE SANTIAGO  
EN EUNATE, NAVARRA

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 24/11/2017

Fdo: 

# MEMORIA

MUSEO Y ALBERGUE PARA PEREGRINOS del  
CAMINO DE SANTIAGO EN EUNATE,  
NAVARRA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE EJECUCIÓN | NOVIEMBRE 2017

AUTOR: MIRIAM SOLANAS LAGUNA TUTOR: LUIS FRANCO LAHOZ



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## I MEMORIA

### 1 Memoria descriptiva

- 1.1 Agentes intervinientes
- 1.2 Información previa
- 1.3 Descripción del proyecto
- 1.4 Prestaciones del edificio
- 1.5 Cumplimiento del CTE
- 1.6 Limitaciones de uso

### 2 Memoria constructiva

- 2.1 Sustentación del edificio
- 2.2 Sistema estructural
- 2.3 Sistema envolvente
- 2.4 Sistema de compartimentación y acabados
- 2.5 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones
- 2.6 Equipamientos
- 2.7 Urbanización

### 3 Cumplimiento del CTE

- DB SE: Seguridad estructural
- DB SI: Seguridad en caso de incendio
- DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
- DB HS: Salubridad
- DB HR: Protección frente al ruido
- DB HE: Ahorro de energía

### 4 Anejos a la memoria

- al Cálculo de la estructura

## II PLANOS 1

Índice de planos

R Relación y entorno

A Arquitectura

E Estructura

C Construcción

I Instalaciones

## III PLIEGO DE CONDICIONES

1 Pliego de prescripciones técnicas generales

1.1 Disposiciones generales

1.2 Disposiciones facultativas y económicas

2 Pliego de prescripciones técnicas particulares

2.1 Prescripciones sobre los materiales

2.2 Prescripciones sobre ejecución por unidades de obra

2.3 Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

## IV MEDICIONES

1 Mediciones

## V PRESUPUESTO

1 Cuadro de precios nº1

2 Hoja resumen del presupuesto

# 1. MEMORIA DESCRIPTIVA





## 1.1 AGENTES

Agentes intervinientes:

- Promotor

Trabajo de Fin de Master, EINA, Universidad de Zaragoza

- Projectista

Miriam Solanas Laguna

- Otros técnicos

Luis Franco Lahoz, tutor del proyecto.

Carlos Monné Bailo, cotutor del proyecto.

## 1.2 INFORMACIÓN PREVIA

### Datos del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Muruzábal, en el entorno de Eunate, Navarra.

COORDENADAS 42°40'20,35"N, 1°45'25,34"W

### Antecedentes y condicionantes de partida

En el mismo centro geográfico de Navarra, en el corazón del Valle de Ilzarbe (Valdizarbe), a 23 kilómetros de Pamplona, en la carretera NA-601, dentro del término municipal de Muruzábal, se encuentra la Iglesia de Santa María de Eunate, emplazada en un paisaje llano y abierto que realza su carácter de hito. Se trata de uno de los monumentos más interesantes de la arquitectura románica de Navarra, entre otras razones más esotéricas, por su ubicación en medio del campo, la singularidad de su arquitectura.

Eunate presenta una estructura octogonal irregular, cuyo octavo lado es sustituido por un pequeño ábside, pentagonal al exterior y semicircular al interior, con similitudes con el arte cisterciense, aunque sin arcos apuntados.

En su interior, ofrece en su sencillez un efecto de íntima e impresionante espiritualidad, muy acorde con su carácter sacro. Es un espacio con influencias de la arquitectura musulmana, algo propio del sincretismo cultural de la ruta jacobea. Es sus muros de sillar se aprecian dos alturas. En cada ángulo se superponen dos columnas, una en el nivel inferior y otra en el superior. A pesar de la aparente sobriedad, las columnas poseen hasta 26 capiteles, decorados en su mayoría con motivos vegetales.

La bóveda octogonal la sostienen ocho nervios cuadrangulares que confluyen en el centro y se ajustan a la manera mozárabe, sin clave común. Los ángulos inscritos entre los nervios son todos diferentes, lo que demuestra que los ocho lados del templo son distintos.

El ábside, de forma semicircular y con recuerdos del arte cisterciense, se estructura en altura en dos pisos. El inferior presenta una sencilla arquería ciega, mientras que el superior corresponde a la zona de ventanas. Se cubre con bóveda de horno, soportada por gruesas nervaduras, de sección cuadrangular, que se unen en la clave del arco triunfal de acceso.

Los lucernarios con los que se ilumina fueron en su día cerrados y volvieron a abrirse durante las obras de 1940. La imagen de Santa María que se guarda en su interior reproduce las formas de la talla original románica desaparecida.

En el exterior de Eunate, las aristas se hallan reforzadas por columnas, cuyos capiteles se alinean bajo el alero en alternancia con los canchillos que representan figuras humanas. Por abajo, y hasta la altura de una imposta corrida, cada una de estas columnas va flanqueada por otras dos columnas que sostienen arcos apuntados que dejan el muro rehundido, con lo que se consigue un efecto de elevación y claroscuro. En los muros exteriores alternan ventanas caladas y ciegas y dos puertas que dan acceso al interior del templo. La del norte, frente al camino, presenta baquetones y arquivoltas que descansan sobre dos columnas en cada

lado, rematadas en capiteles cuyos ábacos se prolongan en forma de una imposta corrida. Su decoración es bastante rica con temas vegetales, máscaras, animales y figuras humanas, destacando la arquivolta exterior donde los motivos se disponen longitudinalmente. Otra puerta más sencilla y pequeña hacia poniente, ante el altar, con arco de medio punto y arquivolta decorada con puntas de diamante.

Rodea a la Iglesia una singular arquería a modo de claustro porticado, separada de los muros del templo por un espacio de unos cuatro metros. Sin embargo, del conjunto de la arquería únicamente los tres tramos orientados al norte corresponden a la época de la Iglesia. El resto se deben a una acertada reconstrucción posterior, acaso del siglo XVII ó XVIII, que armoniza perfectamente con el estilo románico.

La columnata está compuesta por una serie de ocho arcadas de medio punto. En cinco de estos lados, los orientados hacia el Sur, el Este y el Oeste, los arcos apoyan en pilares de sección cuadrada, mientras que en los tres tramos restantes descansan sobre columnas pareadas. Pilares y columnas reposan en un pedestal o pódium corrido.

Además de esta singular pieza arquitectónica, este emplazamiento no se puede leer sin la existencia del Camino de Santiago, directamente relacionado con la anterior, como una ruta nexa entre culturas, en el trazado Aragonés, a pocos kilómetros de su encuentro con el Camino Francés. Eunate-Onat, es un enclave importante por la Ruta de Somport, el llamado Camino Aragonés.

## E m p l a z a m i e n t o

Este proyecto se ubica en un entorno natural, con un hito constructivo: La iglesia románica de Sta. María de Eunate, una pieza singular ubicada en el municipio de Muruzabal, en un entorno agrícola y sin construcciones aledañas.

El ámbito de intervención se identifica como un espacio llano y abierto, sin construcciones aledañas, salvo el actual edificio colindante a Sta. María de Eunate, que actualmente acoge los usos de hostel, vivienda y recepción para los cuidadores de la ermita, que pasarán a ubicarse en este nuevo proyecto.

Respondiendo a los condicionantes del lugar, tratamos un entorno no construido pero de naturaleza rural, con una modificación paulatina y de carácter agrícola que ha conferido al terreno sus características y aspecto actuales.

El paisaje se dibuja mediante un trazo agrícola que refleja las parcelas y la linealidad y el trazado de las principales vías, el camino de Santiago, el Río Robo y la vía rodada NA-601, queda marcado por la masa vegetal que las acompaña.

La vegetación se reduce a los mencionados cultivos de cereal, principalmente, generando parcelas extensas y árboles autóctonos de mediana y alta altura, paralelos a los trazados de comunicación principales en forma de hilera de poca densidad, cobrando importancia los arbustos, zarzales y endrinos.

## E n t o r n o f í s i c o

Linda con la margen sur del Río Robo al norte y al sur con el trazado Aragonés del camino de Santiago. Generando un espacio longitudinal paralelo.

Se escoge esta ubicación por la relación de respeto que guarda con la Iglesia, el proyecto se enfoca buscando una implantación lógica en el lugar, sin ejercer una tensión visual ni interponerse en la mirada hacia la Iglesia.

Este solar tiene dos posibles accesos, uno transversal al parking actual, otro por el propio Camino, igualmente transversal.

La cota topográfica de esta parcela oscila entre 193,23 y la 195,27. Con una pendiente del 6% descendiente hacia el río y al mismo tiempo, también descendiente hacia el noroeste, donde se encuentra la Iglesia de Eunate. La cota existente del freático se toma como 4m bajo la cota de asentamiento del proyecto, 189,50m, la cota alcanzable por la inundación que puedan alcanzar las avenidas extraordinarias del Ebro en esta zona es la 194,20, y la de las avenidas ordinarias es la 193,30.

La edificación se asienta sobre una superficie de 11.783m<sup>2</sup>, con una ocupación en planta de 2268,95m<sup>2</sup>, el 19,34%.

Dicho terreno se encuentra ocupado actualmente por una zona agrícola con diversos cultivos. La tipología edificatoria del proyecto en engloba en el de uso pública concurrencia y residencial público al estar dividido en distintos edificios.

## M a r c o n o r m a t i v o ( n o e x h a u s t i v o )

Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo.

Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Ley 2/1999, de 17 de marzo, de Medidas para la calidad de la edificación.

Normativa Sectorial de aplicación en los trabajos de edificación.

Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006, de 17 de marzo; RD 1371/2007, de 19 de octubre; Orden VIV/1744/2008, de 9 de junio; RD 1675/2008, de 17 de octubre; Orden VIV/984/2009, de 15 de abril; RD 173/2010, de 19 de febrero; y RD 410/2010, de 31 de marzo).

## N o r m a t i v a   u r b a n í s t i c a

Son de aplicación las Normas Urbanísticas del planeamiento actualmente en vigor en la parcela, tanto en sus normas generales como particulares y que están establecidas en el PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA DE NAVARRA de junio de 2008, así como las Ordenanzas Municipales y particulares aplicables en función de su uso característico y ubicación.

Asi mismo será de aplicación todo lo establecido en las Normas Generales, Normas Pormenorizadas, anexos gráficos aclaratorios y planimetría correspondiente al municipio de Eunate, así como en todas las Normas, Decretos y Reglamentos de Obligado Cumplimiento referidos a las obras de nueva construcción.

## 1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Descripción del lugar

El entorno natural de este emplazamiento, ubicado a 20km al sur de Pamplona, se caracteriza por la intervención del hombre en él. Generando un tapiz de cultivos agrícolas, de cereal principalmente, que crea unos 'nuevos límites naturales', adaptados a las premisas básicas que ofrece el terreno: la orografía y el trazado del agua, utilizando dos elementos contrapuestos: el muro y el camino.

En este enclave el Camino cobra especial importancia por articular la relación con el paisaje, que se aprehende de forma lineal, marcando la longitudinalidad y el carácter horizontal especialmente en el tramo de Eunate. El trazado implica un recorrido y una relación consciente con la arquitectura existente, de valor histórico, en este punto de contacto entre el camino Frances y el Aragonés, se ubica Eunate, una construcción románica de carácter singular, en un espacio dibujado por el muro, el Camino y los vagos límites visuales que establece la vegetación autóctona.

Del muro deviene un carácter masivo y prético, sin embargo, existen en este tapiz otras piezas, que, ligadas exclusivamente a la funcionalidad, colonizan el paisaje de forma individual y aislada, más allá del ámbito rural y la edificación del núcleo urbano: las construcciones agrícolas. Piezas ligeras y funcionales que responden de forma eficaz a las necesidades del medio.

### Estrategia: Aproximación a los hábitos del lugar

Será este el arquetipo del proyecto, respondiendo con el lenguaje local a una necesidad local. Buscando una posición secundaria, discreta y respetuosa frente a la iglesia, acatando las normas compositivas del lugar, y no por ello generando un elemento estandar, si no que se busca alcanzar la tectónica partiendo de la construcción. La diferencia frente al estandar radica en:

La resolución constructiva, utilizando los elementos supeditados a la condición arquitectónica.

Materiales, Tomando el carácter de la existencia, pero con el fin de reinterpretarla, como ejemplo, el muro de mampostería en este caso se traslada a un zócalo que separa el edificio del suelo, buscando la salubridad.

La relación y estudio de las articulaciones, a diferentes escalas, desde el detalle del encuentro de las piezas de la estructura, a la relación a escala urbanística de los vínculos entre las diferentes partes del conjunto.

La distancia para con la historia representada por Eunate, así como los elementos preexistentes que caracterizan el lugar, como son, el río Robo o el camino, para generar esta distancia, no sólo se estudia la separación, sino que se valora la calidad y cualifica el espacio intermedio, buscando conferir una escala adecuada al espacio, viviendonos de elementos naturales principalmente, como los propios pavimentos o la vegetación.

### Implantación

Más allá de un edificio que se limite a cumplir el programa de necesidades, es imprescindible enfocar la estrategia desde un punto de vista urbano y paisajístico.

El proyecto se plantea con la estrategia de acompañar en la aproximación a Eunate desde el Camino de Santiago, paralelo al río Robo y potenciar este eje mediante una edificación lineal, que se fragmenta en su longitudinalidad y usos con un afán de integración y lograr una escala adecuada, como un elemento secundario que cumple con la importancia que tiene respecto a la historia. Este volumen lineal generaría dos espacios diferenciados: un primer volumen en contacto con el Camino, público y más accesible, donde se asentaría el museo y el albergue, y un segundo volumen de carácter más privativo, se trata de generar un ambiente propio, en segunda línea, destinado al albergue. Entre ambos se genera un espacio propio, siempre abierto, pero con un carácter de expansión del albergue.

## M a t e r i a l i d a d

Atendiendo a las características del emplazamiento en un entorno natural y al tipo de programa, la ecología de los materiales y la eficiencia energética serán dos temas esenciales de este proyecto.

De entre todos los materiales de construcción, la madera es de los pocos naturales y renovables. Los procesos de fabricación requieren un gasto muy bajo de energía en comparación con otros materiales convencionales y las operaciones de transformación del árbol en madera son mínimas.

Un edificio de madera nace del bosque, un lugar en el que las sensaciones de ver, tocar y sentir respirar los árboles genera un bienestar que en cierta manera se mantiene en un edificio de madera. Un edificio de madera está vivo, respira absorbiendo y expulsando la humedad del ambiente interior y proporciona un alto grado de bienestar entre sus habitantes. La madera elude también al concepto del tiempo que los materiales modernos no reflejan. Sus anillos de crecimiento hablan de él provocando un vínculo emocional que nos retrotrae a nuestras raíces. La madera es un material que al verlo y tocarlo aporta calidez, eludiendo el frío, el brillo y la dureza acústica de otros materiales, y que además aporta gran confort térmico y acústico.

Sin embargo, al exterior se ofrece un elemento neutro, con las ya citadas características e intenciones, reescribiendo las construcciones algrícolas. Buscando esta neutralidad y una imagen más parecida a un plano, el cerramiento exterior habla diferente idioma que el interior, puesto que responden a necesidades distintas, al exterior ha de actuar como una piel de protección, que cumpla las necesidades de respiración y protección del edificio. Se trata de un elemento cubierto de chapa de acero ondulada, que ofrece diferentes vistas en función de la incidencia solar.

## U s o   c a r a c t e r í s t i c o   y   p r o g r a m a   d e   n e c e s i d a d e s

El objeto de este trabajo es proyectar un Museo, aulario y albergue. El uso característico se tomará como Pública concurrencia, sin embargo, al estar compuesto de piezas independientes, a más a más dos a dos, se tendrá en cuenta el uso al que estará destinado cada volúmen.

Como se ha descrito anteriormente, el proyecto consta de un museo, un conjunto de 3 aulas y un albergue al que acompaña una vivienda de carácter privado para el encargado de vigilancia.

El esquema estructural es análogo en ambos casos: un pórtico de madera laminada, modulada en luces de 4 y 3,15m (museo y albergue, respectivamente).

Se organiza el espacio en una única crujía que funciona de la misma forma para todos los usos, cuando la compartimentación es necesaria, se crea un vestíbulo-corredor lateral.

La cubierta es un elemento singular que dota de carácter y calidad espacial el conjunto, y esto se percibe tanto desde el exterior, por el protagonismo que adquiere, como por el interior, en el que se deja vista parte de la estructura, que ejerce de módulo y escala.

A continuación se expone una breve descripción del programa de necesidades: Edificio principal:

+ bloque A, (cota 194.39m), dividido a su vez en dos volúmenes que comparten cubierta, donde se diferencia el volúmen cerrado, bloque A1, que se diferenciará además por la existencia de lucernarios, que alberga el museo, y en un primer espacio de recepción, agrupa los espacios de administración y los espacios servidores (aseos, duchas, almacenes e instalaciones). El volúmen abierto, recoge el aulario, como un espacio que permite que la naturaleza del lugar invada el mismo, con paños de vidrio en ambos cerramientos longitudinales.

+ bloque B (cota 194.39m), Se establece el albergue, bloque B1 como pieza longitudinal y dejando un espacio y diferenciándose, aparece la vivienda, logrando por su ubicación cierta privacidad respecto del conjunto.

### 1.3.1 Tabla de superficies

	ZONA	SUP. CONSTRUIDA (m2)	SUP. ÚTIL (m2)
BLOQUE A-1	Área expositiva	779,72	747,42
	Recepción + Admón.	29,68	27,37
	Hall	38,48	35,52
	Circulación secundaria	19,54	15,95
	Aseos m	27,55	24,06
	Patinillos	6,89	4,66
	Total MUSEO	899,63	857,21
		12,14	4,1
			3514,561
BLOQUE A-2	Aula- 1	122,62	117,1
	Aula- 2	122,62	117,1
	Aula- 3	122,62	117,1
	Hall	190,71	172,51
	Aseos f	27,63	24,66
	Aseo minusválidos	4,88	3,95
	Cuarto limpieza	4,9	4,23
	Contadores	4,6	3,93
	Total AULARIO	590,8	552,4
			4,1
			2264,84
BLOQUE B-1	Estar público + Recep.	194,65	182,52
	Sala instalaciones	22,23	20,02
	Aseos 1	22,23	20,02
	Aseos 2	22,23	20,02
	Zona noche	180	172,42
	Aseos + duchas 1	44,93	40,05
	Aseos + duchas 2	44,93	40,05
	Circulación	147,56	134,94
	Total ALBERGUE	678,76	630,04
BLOQUE B-2	Estar + cocina	50,97	45,55
	Vestíbulo	2,76	2,32
	Baño	7,08	4,55
	Despensa	6,65	5,42
	Habitación 1	15,8	13,95
	Habitación 2	16,5	13,95
	total VIVIENDA	99,76	85,74
BLOQUE A-3	Almacén	120,63	110,63
	Sala UTA	29,9	26,635
	Sala Caldera	29,9	26,635
	Sala Enfriadora	29,9	26,635
	Sala grupo electrógeno	6,56	5,6
	Sala grupo presión	4,68	4
	Sala basuras	6,56	5,6
	Sala RITU	7,48	6,3
	Vestíbulo acceso	99,68	82,43
	total SÓTANO	235,61	294,465

Espacios sombreados en verde > espacios habitables

## 1.4 PRESTACIONES DEL EDIFICIO

### Requisitos básicos:

CTE		REQUISITOS BÁSICOS EN PROYECTO	PRESTACIONES DEL PROYECTO QUE SUPERAN LOS UMBRALES CTE
SEGURIDAD	Seguridad Estructural (DB-SE)	Asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.	Cumple lo exigido con el código técnico.
	Seguridad en caso de Incendio (DB-SI)	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.	El proyecto se ajusta a lo establecido en DB-SI para reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, asegurando que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras
	Seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA)	Establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad	Se ajusta a lo establecido en lo referente a la configuración de los espacios, los elementos fijos y móviles que se instalen en el edificio, de tal manera que pueda ser usado para los fines previstos reduciendo a límites aceptables el riesgo de accidentes para los usuarios.

HABITABILIDAD	Salubridad (DB HS)	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato.	Definido parcialmente (DB-HS3, DB-HS4 y DB-HS5)
	Protección frente al ruido (DB HR)	Limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios.	Sin definir.
	Ahorro de energía y aislamiento térmico. (DB HE)	Conseguir un uso racional de la energía necesaria para su utilización, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.	Sin definir.

FUNCIONALIDAD	Utilización (HD/91)	Para que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio	Sin definir.
	Accesibilidad (Decreto 39/2004)	Que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.	Cumple lo exigido con el código técnico.

	Acceso a los servicios	El acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información, así como el acceso de los servicios postales mediante la dotación de las instalaciones apropiadas para la entrega de los envíos, todo de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.	Sin definir.
--	------------------------	--	--------------



## 1.5 CUMPLIMIENTO DEL CTE

El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos.

### - Funcionalidad

En este apartado se incluyen aspectos como la accesibilidad para personas con movilidad y capacidad de comunicación reducidas, acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica o la correcta colocación de los elementos necesarios para tener acceso al servicio postal.

### - Seguridad

#### Seguridad estructural

El objetivo del requisito básico "Seguridad estructural" consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

#### Seguridad en caso de incendio

El objetivo de este requisito básico consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

#### Seguridad de utilización y accesibilidad

El objetivo de este requisito básico consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

### - Habitabilidad

#### Higiene, salud y protección del medio ambiente

El objetivo de este requisito básico consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

#### Protección contra el ruido

El objetivo de este requisito básico consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

## Ahorro de energía y aislamiento térmico

El objetivo de este requisito básico consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir así mismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento

## 1.6 LIMITACIONES DE USO

**Limitaciones de uso del edificio** El edificio sólo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto. La dedicación de algunas de sus dependencias a uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso que será objeto de licencia nueva. Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio ni sobrecargue las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, instalaciones, etc.

**Limitaciones de uso de las dependencias** Aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso referidas a las dependencias del inmueble, contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento del edificio.

**Limitación de uso de las instalaciones** Aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso de sus instalaciones, contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento del edificio.

Zaragoza, Noviembre de 2017

Los Técnicos autores del Proyecto

Arquitectos

Fdo.: Miriam Solanas Laguna

Luis Franco Lahoz

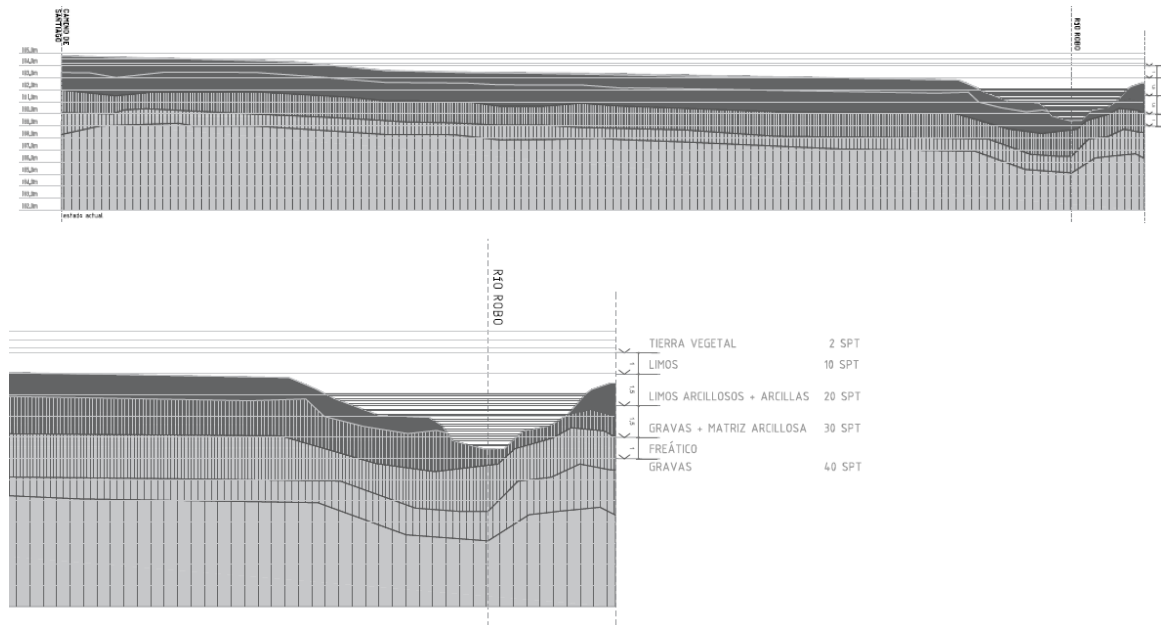


2.

MEMORIA CONSTRUCTIVA



## 2.1 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO



Justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación

### 2.1.1 Bases de cálculo

#### - Método de Cálculo

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límite Últimos (apartado 3.2.1 DB SE) y los Estados Límite de Servicio (apartado 3.2.2 DB SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

#### - Verificaciones

Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para al sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

#### - Acciones

Se han considerado las acciones que actúan sobre el edificio según el documento DB SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB SE en los apartados 4.3-4.4-4.5.

## Estudio geotécnico

El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste u otras obras.

### Generalidades

El estudio geotécnico se realiza por parte de la empresa Laboratorio de Ensayos Técnicos.

Pol. Industrial Valdeconsejo Calle Aneto,

Parcela nº8 - A 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza)

Firmado Yolanda Sánchez García (Geóloga) y por Octavio Plumed Parrilla (Ingeniero de Caminos)

- Tipo de reconocimiento y datos estimados Se realizan cinco sondeos mecánicos a rotación con obtención continua de testigo.

A efectos de cálculo de empujes y de anclajes, puede considerarse de forma conservadora el siguiente perfil del terreno:

*Nivel I de tierra vegetal.* Localizado superficialmente en los sondeos con una profundidad estimada de entre 0,80 y 1,10m (cota 0,00 a -1,10). Por su baja compacidad en algunos puntos, reducida resistencia al corte y considerable deformabilidad, este nivel carece de interés desde el punto de vista geotécnico, debiendo ser rechazado como terreno para apoyar sobre ningún tipo de estructura o cimentación.

Presión admisible = 0,20 kg/cm<sup>2</sup>

*Nivel II de relleno de limos.* Bajo el nivel de tierra vegetal aparece un nivel de relleno alcanzando un espesor aproximado de 1,50 m (cota -1,10 a -2,60). Está formado básicamente por limos y un bajo porcentaje de arenas limosas con gravas y gravillas, así como restos antrópicos junto a otros carbonosos.

Este nivel, también debe ser rechazado para apoyar ninguna cimentación sobre él.

Presión admisible = 1,00 kg/cm<sup>2</sup>.

*Nivel III de relleno de arcillas y limos arcillosos.* Alcanza 1,50m, (cota -2,60 a -4,00) es un suelo compuesto en su mayor parte de arcillas y limos arcillosos, . Definidas como arcillas de plasticidad media y calificados de actividad alta que responden a suelos de expansividad media. Se califican como suelos tolerables. La composición mineralógica de la fracción arcilla, en general, se presenta muy semejante, definiéndose como suelos ilíticos con índices de cristalinidad bajos.

Presión admisible = 2,00 kg/cm<sup>2</sup>.

*Nivel IV de gravas con matriz arcillosa.* Está formado de materiales de baja plasticidad con un grado de consolidación en aumento con la profundidad, hasta alcanzar 1,00 m, pero sin llegar a ser auténtica roca. Con un elevado nivel de compactación.

Presión admisible = 3,00 kg/cm<sup>2</sup>

*Nivel V de terreno resistente de suelo granular grueso gravas.* Aparece a una profundidad de 5,00 metros y su espesor mínimo es de 15 metros (cota -5,00 en adelante). A la vista de los resultados obtenidos en los ensayos de penetración tipo SPT, se puede considerar que el nivel presenta un grado 28 de compacidad muy alto debido a un fenómeno de consolidación litostática por el propio peso de los niveles suprayacentes.

Presión admisible = 4,00 kg/cm<sup>2</sup>

Existe además la presencia de nivel freático, situado a una profundidad de -4,50 metros respecto de la superficie actual. Se trata de un nivel de agua asociado al paso de agua del río Robo. En condiciones normales este nivel puede alcanzar la cota 188, si bien en momentos de avenida, puede llegar a situarse a

cota 194,2 o incluso algo mayor. Esta, según ensayos realizados en el entorno se clasificaría como de agresividad Débil según la EHE.

En cuanto a la sismicidad, el término municipal de Muruzábal es un municipio español de la Comunidad Foral de Navarra. Presenta, según la norma NCSE-02 (parte general y edificación), una aceleración sísmica básica menor del 0,04 g, por lo que no será necesario aplicar la citada norma para el diseño de las cimentaciones de la estructura.

- Parámetros geotécnicos estimados

Cota de cimentación cota -9,00m

Estrato previsto para cimentar

Nivel de suelo granular grueso, gravas

Nivel freático cota -10,50m

Tensión admisible considerada  $n = 8,30 \text{ kg/cm}^2$

Peso específico del terreno  $\gamma_{sum} = 2,1 \text{ g/cm}^3$

Ángulo de rozamiento interno del terreno  $\phi' = 38^\circ$

- Comentario al estudio geotécnico

Teniendo en cuenta el perfil litológico del terreno y las características geotécnicas asignables a cada uno de los niveles diferenciados, se llegan a las siguientes recomendaciones:

Cimentación profunda por medio de pilotes que se empotrarían en los niveles de gravas aluviales, a partir de una profundidad aproximada de -9,00m, con espesor y capacidad importante con los datos disponibles

-  $R_p = 80 - 120 \text{ Kg/cm}^2$

-  $R_f = 0,6 - 0,8 \text{ Kg/cm}^2$

Dada la composición del terreno se recomienda el empleo de pozos de cimentación, con una longitud de empotramiento mayor de 30 cm en la cota resistente, es decir aquella superior a 20 SPT.

Se recomienda elevar la cota del proyecto respecto a la cota inicial de 193,50m, al menos 2,00m por encima, de forma que se salve la cota de inundabilidad existente. Para la planta subterránea, se emplearán muros pantalla sin embargo, la escasez de venidas y el aporte de las mismas no hace del anclado al terreno firme una necesidad para la contención de tierra y evitar la afluencia de gran cantidad de agua, una vez ejecutados, al mismo tiempo que los pozos, se llevará a cabo la excavación interior y la cimentación con zapatas.

## 2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

Se establecen para el cálculo los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales utilizados.

El proceso seguido para el cálculo estructural es el siguiente: primero, determinación de situaciones de dimensionado; segundo, establecimiento de las acciones; tercero, análisis estructural; y cuarto dimensionado. Los métodos de comprobación utilizados son el de Estado Límite Último para la resistencia y estabilidad, y el de Estado Límite de Servicio para la aptitud de servicio.

En este proyecto pueden distinguirse dos sistemas estructurales muy diferenciados:

Cimentación y zócalo de hormigón armado, ejecutado in situ.

Estructura de pórticos de madera, incluyendo elementos prefabricados, construcción es seco.



Las ventajas de la construcción con madera son las siguientes:

## SOSTENIBILIDAD

La madera es un material de construcción natural y renovable. En este caso, el forjado está formado por madera de coníferas, aserrada en las alas y laminada en las almas. Desde el punto de vista ecológico, la energía necesaria para la fabricación de la madera es nula (el árbol utiliza la energía solar) y la energía consumida en el proceso de su transformación es muy inferior a la requerida por otros materiales convencionales.

## ECONOMÍA

El precio de este forjado frente a otros forjados prefabricados de madera como los forjado macizos de madera laminada (klh) es también inferior.

## GRAN RESISTENCIA

La microestructura de la madera asegura a este material un peso propio reducido frente a una excelente capacidad de carga. La madera tiene una resistencia a compresión equivalente a la del hormigón.

La madera es un material inflamable pero con una elevada resistencia al fuego. La carbonización superficial que se produce impide por una parte la salida de gases y por otra la penetración del calor, por lo que frena el avance de la combustión.

## CONSTRUCCIÓN EN SECO

En la construcción de edificios de madera no es necesario esperar los tiempos de secado. La técnica de construcción "en seco" permite ahorrar tiempos y costes, asegurando también un proceso constructivo más limpio.

## AISLAMIENTO

Este forjado presenta muy buenas condiciones térmicas y acústicas, ya que la madera no es un material conductor del calor y absorbe gran parte de las ondas acústicas que recibe (a lo que contribuye la cámara de aire contenida en el interior de las piezas). La transmitancia térmica de el forjado en bruto (sin aislante) es de 0.734 w/m<sup>2</sup>/k.

## Sistema de cimentación y zócalo

Originalmente, para edificios con estructura de madera se empleaban mampostería con piedras planas o lajas, evitando el uso de mortero, pero en la actualidad la piedra se ha sustituido por hormigón.

Por las condiciones del entorno y el terreno anteriormente mencionadas, inicialmente se ejecutarán los pozos de cimentación, de hormigón en masa, de forma que alcancen las capas resistentes. Sobre ellos la cimentación se completará con zapatas corridas arriostradas con el propio muro de hormigón armado y en dirección perpendicular. Estas recibirán los muretes de hormigón que elevan el edificio hasta la cota deseada formando un forjado sanitario.

Los muretes de hormigón armado situados bajo los tres ejes principales del edificio contribuyen a elevar el edificio salvando la cota de cimentación y a proteger la madera de la humedad del terreno. Tratándose de un suelo con una fuerte presencia de agua, se opta por dejar una cámara de aire ventilada bajo el forjado, formado por vigas de madera protegidas con tratamiento autoclave y tratamiento de sales Borax..

La plataforma de hormigón no se limita al perímetro del edificio, sino que continúa por el exterior generando unas terrazas que diluyen la transición entre el edificio y el campo a través de un graderío

## Estructura de madera vertical

Para el sistema estructural del edificio se opta por una construcción en seco, hasta el punto en que este sistema suponía una merma para las características del edificio, optando por lo tanto por ejecutar una solera no estructural para el óptimo funcionamiento del suelo radiante.

Se utiliza el sistema de entramado ligero (light framing) en contraposición con el entramado pesado (heavy timber). Este sistema es el último eslabón de la evolución de la madera como material estructural, desde las casas de troncos y pasando por las edificaciones de entramado pesado.

La nueva concepción estructural radica en la direccionalidad del trabajo de flexión. Se disponen ortogonalmente muros portantes trabados entre sí de manera que lo que es arriostrado para unos es

soporte para otros. Sus características básicas son las siguientes:

Se emplean un gran número de elementos estructurales, creando estructuras superficiales en muros, forjados y cubiertas que al unirse forman un sistema. Además se disminuyen las escuadras distribuyendo la carga a través de muchos elementos de pequeña dimensión.

El nivel de mecanización de las piezas es muy bajo (a diferencia de otros sistemas tradicionales), con uniones sencillas y con las juntas determinadas según el plano C8. Los tiempos de construcción son por lo tanto menores y la mayoría del trabajo se ejecuta en seco independientemente de la estación. La característica principal de este sistema es que los montantes de los muros exteriores van de suelo a techo, arriostrados en cada planta por un durmiente inferior y un testero superior.

Se trata de un sistema prefabricado y presenta un buen diseño frente al fuego. La erección del edificio es relativamente simple. El encuentro con el murete de cimentación se lleva a cabo según el plano C8.

Para el forjado, se emplea un sistema de vigas y viguetas análogo al de los montantes, utilizando como soporte portante un panel sandwich doble con alma de XPS.

## E s t r u c t u r a   d e   m a d e r a   h o r i z o n t a l

La estructura de forjado se sirve de unas vigas de pórtico apeadas en ambos extremos en los muros laterales y en un muro corrido intermedio, que limita la luz, posibilitando cantos de viga menores, pasando a ser de  $15 > 7,5\text{m}$  y de  $10 > 5\text{m}$ , en función de la carga y la luz correspondiente, el canto de las piezas va desde los 380mm hasta los 800mm. Las correas se unen mediante horquilla metálica a ambas vigas de pórtico y la altura de su colocación respecto del eje de la viga depende de el canto de la misma y el soporte resistente: el panel sandwich doble con alma XPS y compuesto de 3 paneles Viroc, en ambas caras y en medio, pieza Soltec de la casa Grupomolduras.

Este panel va directamente apoyado a las vigas. Este apoyado se realiza directamente en las correas. Y luego se verá cubierto por la plancha de suelo radiante y la solera de hormigón ubicada encima, que protege en todas sus caras del fuego a la estructura de forjado. Sin embargo esta protección añadida proporciona una resistencia suficiente al fuego (R60 ó R90) para el cumplimiento de la normativa correspondiente.

## S i s t e m a   d e   c u b i e r t a

La estructura de la cubierta sigue el mismo sistema del forjado, mediante una viga principal que configura el pórtico y un sistema de correas perpendiculares que distribuyen las cargas en dicho elemento portante. Igualmente, utilizan el mismo panel sandwich prefabricado, siguiendo el mismo sistema de apeo en las correas, a las que se les añaden unos rastreles laterales para poder ejercer esta sustentación.

## 2 . 3 SISTEMA ENVOLVENTE

A continuación, se realizará una descripción de los elementos de tabiquería detallada en los planos A11, así como la carpintería según A12 y A 13.

### Cerramientos exteriores

#### C e 1

Cerramiento exterior transversal chapa ondulada + friso acústico

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada en depresión.

Interior de panel sandwich doble machiembrado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Cama de lana acústica 30mm Acustilane70 ISOVER.

Acabado friso abedul acústico NOBLEACUSTIC RANURA R5R aserrado madera natural- perfil sin calle, 93mm x 13mm GRUPOMOLDURAS, anclado a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm mediante sistema de grapas de acero 23x24mm e=0,5mm.

Encuentro en junta negativa con chapa acero plegada en C 1mm.

#### C e 2

Cerramiento exterior chapa ondulada + friso madera abedul

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada en depresión.

Interior de panel sandwich doble machiembrado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Acabado friso abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS, anclado a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm mediante sistema de grapas de acero 23x24mm e=0,5mm. Encuentro en junta negativa con chapa de acero plegada en C 1mm.

#### C e 3

Cerramiento exterior longitudinal chapa ondulada + Viroc

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada en depresión.

Interior de panel sandwich doble machiembrado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Acabado Viroc Unsanded Grey lijado e=12,5mm, unión con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm.

Encuentro en junta negativa con chapa de acero plegada en C 1mm.

#### C e 4

Cerramiento exterior longitudinal chapa ondulada + Pladur Fónico

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01

HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada en depresión.

Interior de panel sandwich doble machiembrado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm .

Panel interior sándwich machihembrado, acabado Pladur Fonic 13mm, relleno 50mm lana de Roca Isover70, atornillado con tirafondos autoperforantes de cabeza abellanada a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm.

## C e 5

Cerramiento exterior longitudinal chapa ondulada + Gres porcelánico

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada en depresión.

Interior de panel sandwich doble machiembrado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Acabado interior mediante gres porcelánico 31,6x 63,7 cm Serie Filita Soft Ceracasa, acabado pizarra liso satinado alicatado mediante mortero de cemento.

## C e 6

Cerramiento exterior paño de vidrio

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada en depresión.

Cerramiento vidrio mediante carpintería corredera Cor Visión RPT 116mm - 2,85 x 2,65m con vidrio Climalit SGG Planitherm Super S - bajo emisivo 6+6/14/6+6 laminado anti impacto a norte, a sur Climalit SGG Parsol Super S - bajo emisivo + control solar 6+6/14/6+6 laminado antipacto. Precercos de madera de abedul, ver dimensión en detalles constructivos. Encuentro en junta negativa ejecutada con chapa plegada de acero 1,2mm en C, 35x50mm.

## 2 . 4 SISTEMA DE COMARTIMENTACIÓN Y ACABADOS

Todos los elementos verticales que se proyectan para este proyecto se basa en la utilización de paneles sandwich prefabricados, en este sistema vertical se utiliza el machiembrado para su ensamblaje, se trata de piezas que incluyen un larguero de madera, que ejerce de elemento portante.

Se trata de una solución que permite mantener el espíritu de montaje rápido y en seco, con la mayor sistematización posible del proyecto.

A continuación, se realizará una descripción de los elementos de tabiquería detallada en el plano C11, además, dado que este sistema va unido inequívocamente al acabado que presenta, se detallan los tipos de cerramientos existentes, en función de si se trata de una partición vertical interior Ci (cerramiento interior) o corresponde al acabado del techo T o del pavimento S.

### C e r r a m i e n t o s   i n t e r i o r e s

#### PARTICIONES VERTICALES

##### C i 1

Cerramiento interior transversal friso acústico + pladur Fónico

Tabique interior divisorio formado por un panel sandwich central autoportante, acabado exterior en VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2) 100mm- CALIPAC SOLTEC . e=12mm. Con subestructura de madera de abedul 10cm.

Acabado 1 friso abedul acústico NOBLEACUSTIC RANURA R5R aserrado madera natural- perfil sin calle, 93mm x 13mm GRUPOMOLDURAS, anclado a subestructura de rastreles de abedul 30x50mm mediante sistema de grapas de acero 23x24mm e=0,5mm. Sobre cama de lana acústica 50mm Acustilane70 ISOVER.

Acabado 2 panel interior sándwich machihembrado, acabado Pladur Fonic 13mm, relleno 50mm lana de Roca Isover70, atornillado con tirafondos autoperforantes de cabeza abellanada a subestructura doble de rastreles de abedul 40x100mm. Parte proporcional de tornillería, pastas y cintas para juntas, anclajes para suelo y techo, juntas o bandas estancas, etc. Totalmente terminado, listo para imprimir y decorar. Montaje según UNE 102.041 IN.

## C i 2

Cerramiento interior transversal panel Viroc + pladur Fónic

Tabique interior divisorio formado por un panel sandwich central autoportante, acabado exterior en VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2) 100mm- CALIPAC SOLTEC . e=12mm. Con subestructura de madera de abedul 10cm.

Acabado 1 panel Viroc CZ acabado gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm. Con cámara de aire para paso de instalaciones.

Acabado 2 panel interior sándwich machihembrado, acabado Pladur Fonic 13mm, relleno 50mm lana de Roca Isover70, atornillado con tirafondos autoperforantes de cabeza abellanada a subestructura doble de rastreles de abedul 40x100mm.

## C i 3

Cerramiento interior transversal panel Viroc + pladur Viroc

Tabique interior divisorio formado por un panel sandwich central autoportante, acabado exterior en VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2) 100mm- CALIPAC SOLTEC . e=12mm. Con subestructura de madera de abedul 10cm.

Acabado 1 panel Viroc CZ acabado gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 30x 50mm. Con cámara de aire para paso de instalaciones.

Acabado 2 panel Viroc CZ acabado gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 30x 50mm. Con cámara de aire para paso de instalaciones.

## C i 4

Cerramiento interior transversal panel Viroc + friso madera abedul

Tabique interior divisorio formado por un panel sandwich central autoportante, acabado exterior en VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2) 100mm- CALIPAC SOLTEC . e=12mm. Con subestructura de madera de abedul 10cm.

Acabado 1 friso abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS, anclado a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm mediante sistema de grapas de acero 23x24mm e=0,5mm. Sobre cama de lana acústica 50mm Acustilane70 ISOVER.

Acabado 2 panel Viroc CZ acabado gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 30x50mm. Con cámara de aire para paso de instalaciones.

## C i 5

Cerramiento interior transversal friso madera abedul + Gres porcelánico

Tabique interior divisorio formado por un panel sandwich central autoportante, acabado exterior en VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2) 100mm- CALIPAC SOLTEC . e=12mm. Con subestructura de madera de abedul 10cm.

Acabado 1 friso abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS, anclado a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm mediante sistema de grapas de acero

23x24mm e=0,5mm. Sobre cama de lana acústica 50mm Acustilane70 ISOVER.

Acabado 2 mediate gres porcelánico 31,6x 63,7 cm Serie Filita Soft Ceracasa, acabado pizarra liso satinado alicatado mediante mortero de cemento.

## C i 6

Cerramiento interior transversal panel Viroc + Gres porcelánico

Tabique interior divisorio formado por un panel sandwich central autoportante, acabado exterior en VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2) 100mm- CALIPAC SOLTEC . e=12mm. Con subestructura de madera de abedul 10cm.

Acabado 2 panel Viroc CZ acabado gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 30x50mm. Con cámara de aire para paso de instalaciones.

Acabado 2 mediate gres porcelánico 31,6x 63,7 cm Serie Filita Soft Ceracasa, acabado pizarra liso satinado alicatado mediante mortero de cemento.

## TECHOS

### T 1

Cerramiento cubierta transversal chapa ondulada + friso madera abedul

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada sobre soportes plásticos en onda alzada.

Subestructura de rastreles de madera de abedul, 10cm, sobre correas de madera laminada GL28h 20x10cm.

Interior de panel sandwich doble machiembado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Acabado friso abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS, atornillado con tirafondos a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm.

Encuentro en junta negativa con chapa de acero plegada en C 1mm.

Inclinación 15%.

### T 2

Cerramiento falso techo cubierta transversal chapa ondulada + panel Viroc

Acabado exterior placa ondulada de acero galvanizado minionda 18mm, e=0,6 mm -14 ondas HIASA PL-01 HA-18/76 (3,15m en albergue, 4m en museo) Solape simple, unión con tornillo autoperforante de junta sellada sobre soportes plásticos en onda alzada.

Subestructura de rastreles de madera de abedul, 10cm, sobre correas de madera laminada GL28h 20x10cm.

Interior de panel sandwich doble machiembado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK2)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Acabado panel Viroc CZ gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a estructura. Encuentro en junta negativa con chapa de acero plegada en C 1mm.

### T 3

Cerramiento falso techo panel Pladur Fonic +panel Viroc

Acabado exterior panel Viroc CZ acabado gris bruto, anclado con tornillo de cabeza externa 16mm para Viroc-madera cada 60cm a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm. Espacio cámara relleno con aislamiento lana acústica Acustilane70 ISOVER, en láminas de 30mm.

Para techo técnico:

Subestructura de rastreles de madera de abedul, 10cm,

colgados sobre vigas de acero conformado en C, colgadas con pletinas en L, ancladas de viga estructural de cubierta de madera laminada GL28h 22x34cm.

Interior de panel sandwich doble machiembrado, alma de aglomerado hidrófugo 16mm y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK<sup>2</sup>)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Para falso techo:

Sistema de cuelgue mediante taco de aluminio anclado a viga principal, unión atornillada con pernos pasantes a vig, y varilla roscada M8 cuelgue 45mm, con silentblocks antivibración incluido en caso de espacio para instalaciones.

## SUELOS

### S 1

Pavimento hormigón fratasado

Sobre estructura de pórticos de madera laminada, panel sandwich doble machiembrado, alma y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK<sup>2</sup>)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Sobre una lámina plástica impermeable, transpirable Whurt 1,5x50, solapada 10cm, panel de tetones para suelo radiante con base EPS Uponor.

Acabado solera de hormigón pulido fratasado 8cm. Con juntas a eje lateral de pilar x 2,5m.

Acabado friso abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS, atornillado con tirafondos a subestructura doble de rastreles de abedul 50x100mm.

Encuentro en junta negativa con chapa de acero plegada en C 1mm.

### S 2

Pavimento tarima flotante madera abedul

Sobre estructura de pórticos de madera laminada, panel sandwich doble machiembrado, alma y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK<sup>2</sup>)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Acabado de tarima flotante multicapa de abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS, anclado mediante sistema raíl-grapa metálico a subestructura de rastreles de abedul 70x35mm cantos vivos, cada 60cm.

Encuentro en junta negativa con chapa de acero plegada en C 1mm.

### S 3

Pavimento tarima encolada abedul

Sobre estructura de pórticos de madera laminada, panel sandwich doble machiembrado, alma y acabado exterior VIROC 10mm, relleno XPS WallMate CW A, alta densidad (0,033 W/mK<sup>2</sup>)2x100mm- CALIPAC SOLTEC . e=23,6mm.

Sobre una lámina plástica impermeable, transpirable Whurt 1,5x50, solapada 10cm, panel de tetones para suelo radiante con base EPS Uponor. Se ejecuta encima una solera de hormigón pulido fratasado 8cm. Con juntas a eje lateral de pilar x 2,5m, para conferir inercial al cerramiento. Acabado superficial, de tarima flotante multicapa de abedul aserrado madera natural- perfil sin calle 550, 145mm x 17mm GRUPOMOLDURAS.

### S 4

Hormigón desactivado

Pavimento continuo de hormigón con áridos de machaqueo visto para el zócalo de urbanización, las rampas y las escaleras de acceso. Acabado antideslizante de hormigón sin colorear. Ejecución de juntas de dilatación correspondientes. Solución duradera para el previsible uso intensivo de la zona.

## S 5

Tierra vegetal

Acondicionamiento del jardín botánico y los viveros con tierra vegetal fertilizada, previo desbroce y despedregado del terreno natural, extendida con medios mecánicos mediante retroexcavadora

## S 6

Gravilla

Acondicionamiento de los andadores del jardín botánico mediante gravilla de machaqueo de cantera 9/12mm compactada extendida sobre malla de polipropileno no tejido, de 150 mm/s de permeabilidad al agua, y 90 g/m<sup>2</sup> de masa superficial, con función antihierbas, hasta formar una capa uniforme de 15 cm de espesor mínimo.

## ENCUENTROS

### E 1

Junta negativa

Remate del encuentro entre diferentes cerramientos mediante chapa de acero galvanizado plegada en U, 1,7 x 1,7 , 1,7 mm e=1mm.



## 2.5 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

Las instalaciones abarcadas en este proyecto son las siguientes:

### Instalación de AF y ACS

Los detalles de esta instalación se encuentran en el plano I02. Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de abastecimiento de agua e instalación de fontanería para el proyecto de Albergue y Museo en Eunate.

#### Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de abastecimiento de agua para los dos espacios, y en general de los siguientes servicios:

#### Almacenamiento de agua

#### Red de distribución

Se presentan así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos y memoria de justificación del DB-HS 4), el diseño de la instalación, los cálculos justificativos y los materiales utilizados.

#### Normativa de aplicación

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 4. DB-HS 4. Suministro de Agua.

#### Descripción del proyecto

El proyecto consta de dos edificios:

- El edificio del museo, que incluye además, la administración, los espacios docentes y los espacios de servicio como almacenes o cuartos de instalaciones, estos ubicados en su mayor parte en planta sótano, en una planta soterrada que funciona como almacén para el museo y cajón para instalaciones..
  - El albergue, con sus zonas comunes y de noche, además incluye en otro volumen la vivienda.
- Todos los cuartos de instalaciones se ubican en la planta baja del edificio del museo, incluyendo los grupos de presión de PCI y agua fría, salvo las UTAS de aire primario + clima del volumen docente y las correspondientes al aire primario de albergue.

#### Suministro

La acometida a la red municipal de abastecimiento de agua se realiza, como en el caso del gas natural y la electricidad, por el acceso del Camino de Santiago. Se cuenta con una presión de suministro de 40 metros columna de agua y sus características cumplen lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

De la entrada general se alimentará a los aljibes de almacenamiento, uno para agua fría y otro para incendios así como a los equipos de producción de agua caliente para, inmediatamente después, distribuirse a los espacios correspondientes. El cálculo de la instalación se detalla en la memoria de justificación del DB-HS 4 de la que se obtiene la necesidad de un caudal para el total del proyecto de:

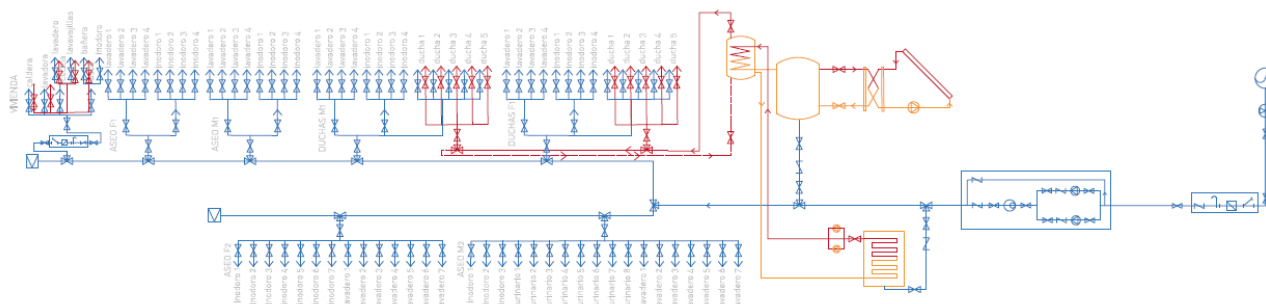
25.4 dm<sup>3</sup>/s de agua fría

6.8 dm<sup>3</sup>/s de agua caliente sanitaria

En los puntos de consumo siempre se respetará una presión mínima de 100kPa en los puntos de consumo (150 para fluxores y calentadores) y una presión máxima de 500kPa. Así mismo la temperatura del agua caliente sanitaria estará en estos puntos a una temperatura entre 50°C y 65°C.

## Diseño

### Esquema de principio



La instalación de fontanería es relativamente sencilla. Básicamente se debe abastecer una serie de aseos públicos para el museo, las aulas y el albergue, que además requiere de dar servicio a las duchas. La vivienda contará con otro contador en la entrada de su toma de agua y sus necesidades consta de un fregadero, una lavadora y un lavavajillas, estos últimos en la cocina, y requiere en el baño de suministro para la ducha el vidé, el lavabo y el wc.

Para satisfacer estas necesidades se opta por una instalación convencional de un grupo de presión formado por un depósito, un vaso de expansión y dos bombas. Como apoyo para el agua caliente sanitaria se disponen colectores solares, ubicados en la zona este de la parcela, como otro elemento más que cualifica el paisaje, pero no afecta a la primera recepción del proyecto, y una caldera de apoyo de gas natural, que funciona en fases y que entrará en funcionamiento solo cuando el sistema de placas no fuera suficiente para calentar el agua a una temperatura de unos 60-80°C. Se trata de una caldera de condensación.

El circuito parte de una derivación de la acometida en la rivera y que encuentra el contador general en un cuarto inserto en el volumen docente, donde se encuentra una llave de corte general, un filtro, un grifo de vaciado, una válvula antirretorno y una última llave de corte. Este agua fría se utiliza tanto para el llenado de los circuitos primarios de las placas solares y la caldera como para el circuito secundario de ambos aparatos y el suministro de agua corriente (tras pasar por el grupo de presión y las válvulas reguladoras que se precisan en algunos casos concretos).

Por otra parte, la producción de agua caliente, se efectúa en un depósito que almacena el agua que llega de la acometida y que conecta con las placas solares anteriormente mencionadas, calentando dicho agua según la incidencia de la luz solar en ellas. Si la temperatura alcanzada por el agua del depósito supera los 60°C se conduce directamente a las derivaciones, pero en caso de que la válvula de control detecte una temperatura inferior, el agua pasa a un depósito de apoyo que depende de la caldera la cual se encargaría de calentarla hasta una temperatura adecuada para su distribución y uso. Las derivaciones y montantes discurrirían paralelas a las de agua fría y por encima de éstas en los tramos horizontales para evitar las pérdidas caloríficas y siempre a una distancia de 4 cm.

Además, este circuito es un circuito cerrado, por poseer una red de retorno que evita las pérdidas de calor y asegura el adecuado estado de su temperatura en todo el circuito y en los puntos de consumo cada vez que un usuario precisa su demanda. Este circuito posee un sistema de bombeo (dos bombas colocadas una en la dirección de distribución y otra en la de retorno) para conseguir que el agua siempre se encuentre en movimiento en su interior.

Toda la instalación de fontanería y agua caliente sanitaria se efectúa con tuberías de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004. Este material posee una amplia gama de diámetros disponibles y es de fácil colocación, siendo compatible para ambos usos.

## Instalación de calefacción

Los detalles de esta instalación se encuentran en el plano I03.

## Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de calefacción por suelo radiante para el proyecto de de Albergue y Museo en Eunate..

## Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de suelo radiante para la museo, y en general de los siguientes servicios:

- Producción de agua caliente para suelo radiante
- Producción de agua caliente para climatización de aire primario mediante UTA y para climatización de UTA, de instalación a 2 tubos.

## Red de distribución y control de suelo radiante

Se presentan así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos), el diseño de la instalación, los cálculos justificativos y los materiales utilizados.

## Normativa de aplicación

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 4. DB-HS 4. Suministro de Agua.

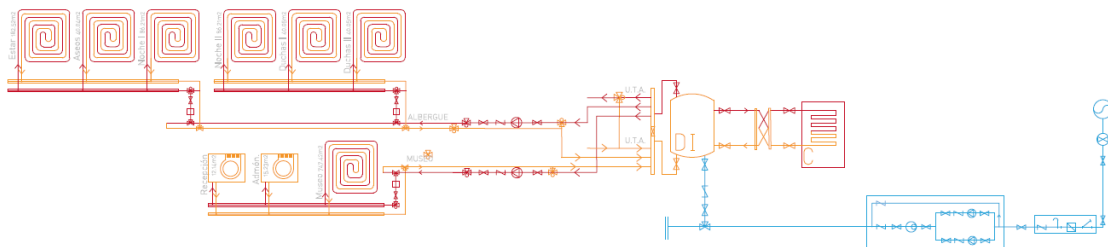
## Descripción del proyecto

El proyecto consta de dos edificios:

- El edificio del museo, que incluye además, la administración, los espacios docentes y los espacios de servicio como almacenes o cuartos de instalaciones, estos ubicados en su mayor parte en planta sótano, en una planta soterrada que funciona como almacén para el museo y cajón para instalaciones..
- El albergue, con sus zonas comunes y de noche, además incluye en otro volumen la vivienda.

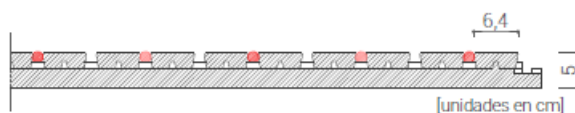
Todos los cuartos de instalaciones se ubican en la planta baja del edificio del museo, incluyendo los grupos de presión de PCI y agua fría, salvo las UTAS de aire primario + clima del volumen docente y las correspondientes al aire primario de albergue.

## Diseño



Se escoge para el edificio del museo, el albergue y la vivienda, el sistema de calefacción por suelo radiante por diversos motivos. El uso del edificio es en general de larga estancia. La ventaja de este tipo de instalación es que necesita un menor aporte energético, ya que la temperatura de trabajo del agua no alcanza los 50°C frente a los 70-90°C que son necesarios para un sistema basado en radiadores, por lo que su rentabilidad es mucho mayor. Además, el principio de funcionamiento del suelo radiante hace que el calor asciende desde el forjado, permitiendo que la distribución de temperaturas sea muy próxima a la ideal, y ofreciendo así una diferencia de temperatura óptima entre los pies y la cabeza de los usuarios y permitiendo además que no queden espacios sin calefactar ya que el aire caliente por su menor densidad tiende a ascender, haciendo un barrido completo de todo el volumen de aire.

Placa de tetones UPONOR 17

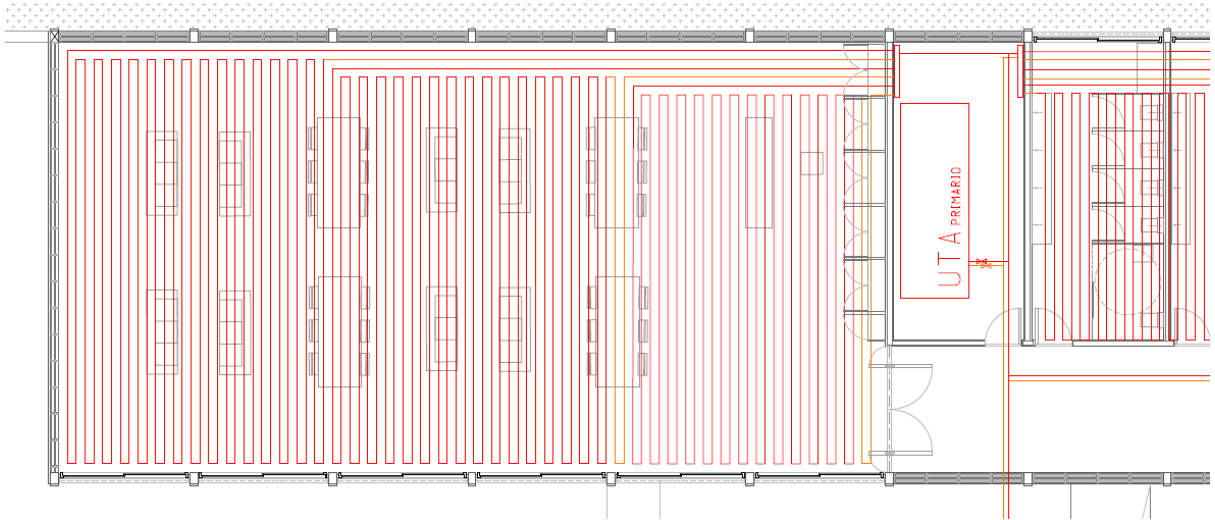


Datos técnicos:

Dimensión: 135\*75\*5cm

Espesor total: 5cm  
Material: Poliestireno expandido (EPS)  
Reacción al fuego: Clase E  
Posibilidad de usar tubo de 16 o 20mm de diámetro  
Resistencia térmica: 0.7m<sup>2</sup>K/W  
Densidad nominal: 25Kg/m<sup>3</sup>  
Color negro

La instalación se abastece por el agua calentada por la misma caldera de condensación por fases, que apoya el sistema de producción de agua caliente sanitaria. Esta caldera, de gas natural, calienta el agua hasta una temperatura de 45°C que se almacena en unos depósitos de inercia desde los que se distribuye por unas derivaciones que conducen hasta las zonas señaladas en I03. Este sistema posee también un circuito de retorno, siendo así un circuito cerrado, que regresa a la caldera para volver a comenzar el proceso. Los circuitos individuales de cada estancia constan de un termostato individual, así como una llave de entrada y salida. Estos circuitos se diseñan con una distribución en ramal:



## Instalación de refrigeración

Los detalles de esta instalación se encuentran en el plano I04.

### Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de refrigeración por suelo radiante para el proyecto de de Albergue y Museo en Eunate.

### Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de suelo radiante para la museo, y en general de los siguientes servicios:

- Producción de agua refrigerada para suelo radiante
- Producción de agua refrigerada para climatización de aire primario mediante UTA y para climatización de UTA, de intalación a 2 tubos.

### Red de distribución y control de suelo radiante

Se presentan así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos), el diseño de la instalación, los cálculos justificativos y los materiales utilizados.

### Normativa de aplicación

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 4. DB-HS 4. Suministro de Agua.

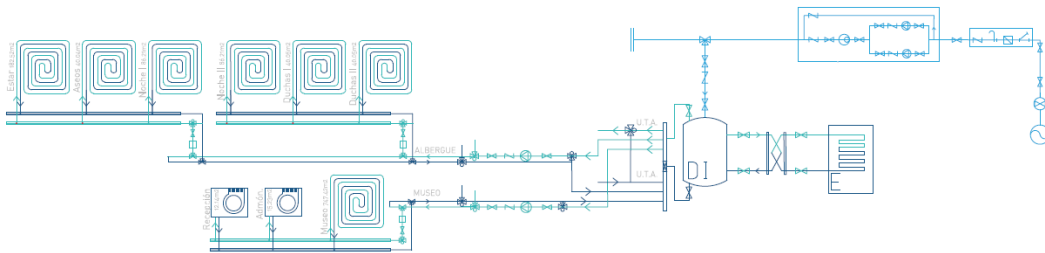
### Descripción del proyecto

El proyecto consta de dos edificios:

- El edificio del museo, que incluye además, la administración, los espacios docentes y los espacios de servicio como almacenes o cuartos de instalaciones, estos ubicados en su mayor parte en planta sótano, en una planta soterrada que funciona como almacén para el museo y cajón para instalaciones..
- El albergue, con sus zonas comunes y de noche, además incluye en otro volumen la vivienda.

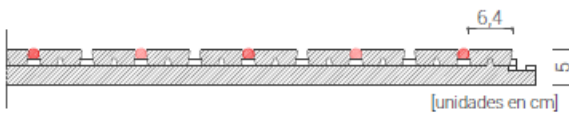
Todos los cuartos de instalaciones se ubican en la planta baja del edificio del museo, incluyendo los grupos de presión de PCI y agua fría, salvo las UTAS de aire primario + clima del volumen docente y las correspondientes al aire primario de albergue.

## Diseño



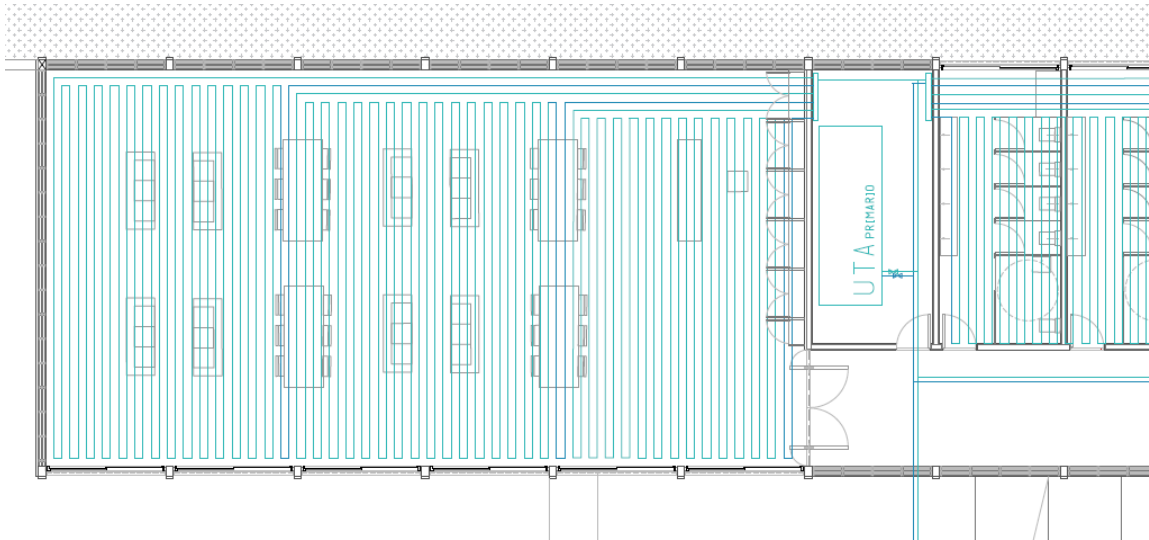
Se escoge para el edificio del museo, el albergue y la vivienda, el sistema de calefacción por suelo radiante por los motivos indicados anteriormente. En el caso de la climatización se opta por este sistema de atemperación puesto que el clima en Navarra no requiere de gran inversión en refrigeración.

Placa de tetones UPONOR 17  
Datos técnicos:



Dimensión: 135\*75\*5cm  
Espesor total: 5cm  
Material: Poliestireno expandido(EPS)  
Reacción al fuego: Clase E  
Posibilidad de usar tubo de 16 o 20mm de diámetro  
Resistencia térmica: 0.7m2K/W  
Densidad nominal: 25Kg/m3  
Color negro

La instalación se abastece por el agua refrigerada mediante una refrigeradora instalada a tal efecto en el sótano. Esta refrigeradora, de gas natural, reduce la temperatura del agua hasta una temperatura de 12°C que se almacena en unos depósitos de inercia desde los que se distribuye por unas derivaciones que conducen hasta las zonas necesarias. Este sistema posee también un circuito de retorno, siendo así un circuito cerrado, que regresa a la enfriadora para volver a comenzar el proceso. Los circuitos individuales de cada estancia constan de un termostato individual, así como una llave de entrada y salida. Estos circuitos se diseñan con una distribución en ramal:



## Instalación de clima y ventilación

Los detalles de esta instalación se encuentran en el plano I05.

### Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de ventilación y climatización para el proyecto de Albergue y Museo en Eunate.

### Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de ventilación y climatización para la museo, y en general de los siguientes servicios:

### Unidades de tratamiento de aire

### Red de distribución

### Extracción mecánica de cuartos húmedos

Se presenta así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos y memoria de justificación del DB-HS 3), el diseño de la instalación y los sistemas utilizados.

### Normativa de aplicación

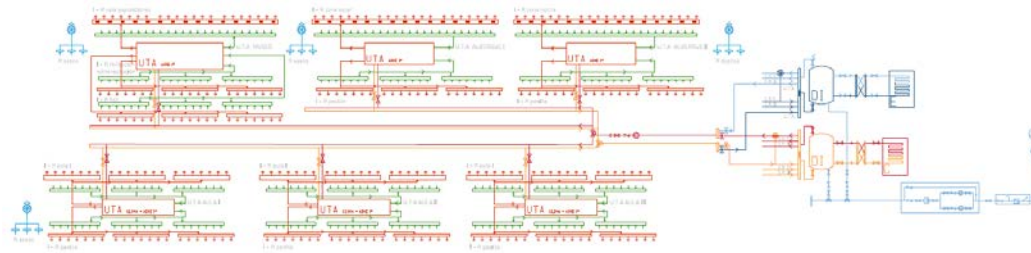
Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 4. DB-HS 4. Suministro de Agua.

### Descripción del proyecto

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial los siguientes documentos:

- Documento Básico de Salubridad, sección 3. DB-HS 3. Calidad del aire interior
  - Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE. Instrucción Técnica 1.1.4.2
- Exigencia de calidad del aire interior
- UNE-EN 13779

### Diseño



La instalación de climatización parte de las centrales de producción de frío y calor. La planta enfriadora instalada en uno de los cuartos de instalaciones de la planta sótano es la encargada de producir el agua fría mediante el consumo de energía eléctrica para refrigeración. La caldera de gas natural, la misma que alimenta el circuito del suelo radiante y que se aloja en el cuarto enejo, es la encargada de producir calor. Desde los depósitos de inercia de las centrales se alimenta a las seis Unidades de Tratamiento de Aire del proyecto, dos destinadas a introducir aire primario en el albergue, otra para el museo y por último, para clima y ventilación de las aulas, puesto que supone un uso más discontinuado con necesidades puntuales .

Todas las Unidades de Tratamiento de Aire introducen aire del exterior tomándolo a través de las cubiertas de la cubierta. En el caso de la Unidad de Tratamiento de Aire 3, esta toma el aire exterior a través de la fachada abierta de listones de madera. Todas ellas se encuentran protegidas del viento, el calentamiento por incidencia solar y la entrada de agua, y el cuarto en la que se alberga la del museo y usos adyacentes, cuenta con sumideros para la posible evacuación de agua ante una avería. Además, todas ellas constan de un recuperador de energía para conseguir mayor eficiencia energética.

Los conductos de aire parten de estas unidades hasta los puntos de impulsión y regresan desde los puntos de retorno a las mismas.

Los conductos de aire se distribuyen en forma de espina central en museo y ambos espacios del albergue. Y desde las aulas irá impulsado y retornado desde el falso techo, lo mismo ocurre para el pasillo climatizado por las mismas UTAS, que utilizarán difusores lineales y rejillas de retorno según C03, posibilitando una difusión y retorno de aire controlados. Además, los aseos, duchas y laboratorios cuentan con un sistema de extracción independiente.

El cálculo y dimensionado de la instalación se detalla en la memoria de justificación del DB-HS 3.

## Instalación de saneamiento

Los detalles de esta instalación se encuentran en los planos I05, I06 e I07.

### Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de saneamiento para el proyecto de Albergue y Museo en Eunate.

### Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de saneamiento para la museo, y en general de los siguientes servicios:

- Red de residuales del edificio del museo y aulario
- Red de residuales del albergue
- Red de pluviales del edificio del museo y aulario
- Red de pluviales del albergue
- Conexión a red municipal.

Se presentan así en este documento, junto con los documentos complementarios I7 e I8 el diseño de la instalación, los cálculos justificativos y los materiales utilizados.

### Normativa de aplicación

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 5. DB-HS 5. Evacuación de Aguas.

## Descripción del proyecto

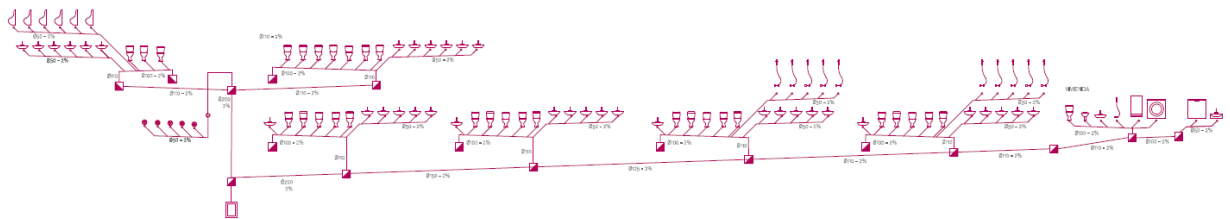
El proyecto consta de dos edificios:

- El edificio del museo, que incluye además, la administración, los espacios docentes y los espacios de servicio como almacenes o cuartos de instalaciones, estos ubicados en su mayor parte en planta sótano, en una planta soterrada que funciona como almacén para el museo y cajón para instalaciones..
- El albergue, con sus zonas comunes y de noche, además incluye en otro volumen la vivienda.

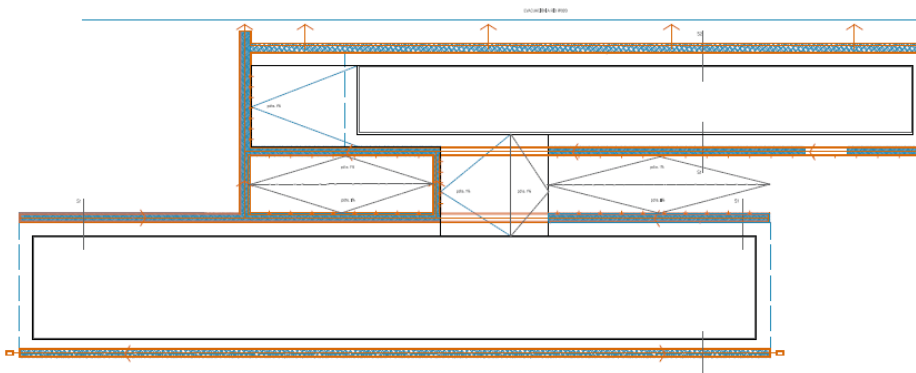
## Diseño

### Esquema de principio

residuales:



pluviales:



Se ha diseñado una red de saneamiento separativa, ya que se dispone de una única red de alcantarillado público. El sistema separativo permite una mayor adaptabilidad a las posibles modificaciones de la red municipal y una mayor higiene en la evacuación de las aguas pluviales.

La red residual del edificio del museo y el albergue desemboca en una arqueta de trasdós antes de su salida a la red exterior para conectar después con el pozo de recogida del sistema urbano. Esta arqueta actúa como cierre hidráulico impidiendo la transmisión de gases y la salida de los mismos por los puntos de captación.

En cambio la red de saneamiento pluvial desemboca en el colindante río Robo, puesto que no se considera probable la situación de una venida que pueda suponer el menoscabo de este sistema. Otra parte de esta red irá evacuada a sendos pozos ubicados a tal efecto a ambos lados del tubo drenante.

La red de evacuación está constituida por los siguientes elementos:

### Puntos de captación:

locales húmedos donde se recogen las aguas residuales, sumideros en los cuartos de instalaciones y talleres, y colectores de aguas pluviales en las cubiertas inclinadas.

### Red de pequeña evacuación:

tuberías de tendido sensiblemente horizontal que recogen las aguas en los locales húmedos y las conducen hasta la red de evacuación vertical.



### Red vertical de evacuación:

conjunto de tuberías que transportan las aguas, residuales o pluviales, desde las derivaciones de desagüe de aguas residuales o desde canalones y sumideros hasta la red horizontal.

### Red de aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas que provienen de aseos, duchas, talleres, laboratorios y locales específicos. Los aseos públicos y privados constan de inodoros y lavamanos; los duchas constan de duchas y lavamanos; Cada elemento sanitario está dotado de sifón individual por cumplir la distancia permitida a la bajante según el CTE.

Se plantean un total de 7 bajantes de aguas residuales, 5 procedentes del albergue, 2 del museo, las primeras abarcan toda la longitud del edificio del albergue. Todas estas bajantes precisan únicamente de ventilación primaria (Justificación DB-HS 5), por ser un edificio de menos de siete plantas.

Se opta por recoger el total de los vertidos residuales en un punto central del edificio museo respondiendo a la inclinación de la pendiente natural del terreno.

### Red de aguas pluviales

Las cubiertas simétricas del museo y el albergue, con un 15% de pendientes, cuentan con 14 puntos de evacuación del canalón, desaguados al terreno. El caso del albergue es similar. Este consta de 12 puntos de evacuación del canalón.

Los canalones de la cubierta son de chapa galvanizada, visto, respondiendo al carácter del edificio, según las condiciones especificadas en la norma UNE EN 1852-1:1998. La sujeción del canalón tuberías se hará mediante abrazaderas que se adapten al diámetro de las tuberías y este sistema se utilizará también para llevar las tuberías, con abrazaderas que rodeen completamente la misma. En cuanto a la red de tuberías, para reducir el ruido que producen las vibraciones es aconsejable usar un taco compuesto de una placa perforada con un elemento insonorizador redondo y un taco cuadrado de goma; de este modo se obtiene una abrazadera insonorizada. Cuando se coloquen horizontalmente la separación será diez veces el diámetro de la tubería y cuando se dispongan verticalmente la separación variará entre dos y tres metros, según el diámetro de la tubería.

### Cuantificación de las exigencias

El cálculo y dimensionado de la instalación se detalla en la memoria de justificación del DB-HS 5.

### Instalación de electricidad, voz y datos

Los detalles de esta instalación se encuentran en el plano I06.

### Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de electricidad, voz y datos para el proyecto de Albergue y Museo en Eunate.

### Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación eléctrica, y en general de los siguientes servicios:

- Acometida
- Cuadro General de Distribución
- Cuadros Secundarios de Distribución
- Elementos singulares Normativa de aplicación

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial en el Vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51, así como las Normas

Particulares de la compañía suministradora.

## Descripción del proyecto

El proyecto consta de dos edificios:

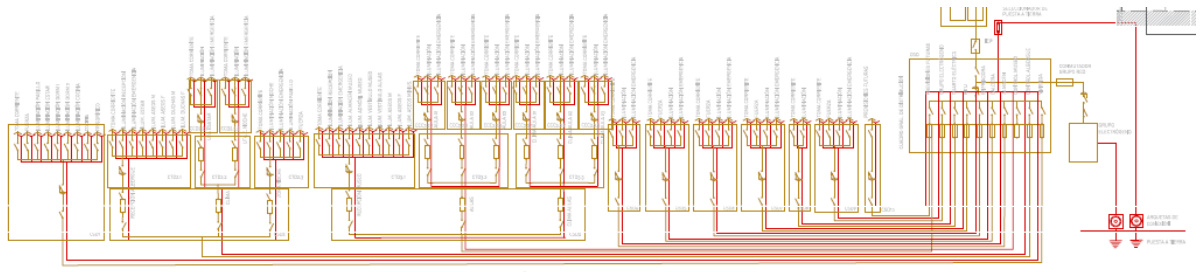
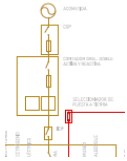
- El edificio del museo, que incluye además, la administración, los espacios docentes y los espacios de servicio como almacenes o cuartos de instalaciones, estos ubicados en su mayor parte en planta sótano, en una planta soterrada que funciona como almacén para el museo y cajón para instalaciones..
- El albergue, con sus zonas comunes y de noche, además incluye en otro volumen la vivienda.

Todos los cuartos de instalaciones se ubican en la planta baja del edificio , en el volumen del aula en unos cuartos reservados para ello, incluyendo el cuarto del grupo electrógeno.

Como receptores de alumbrado se ha previsto una iluminación artificial a base de lámparas tipo halógeno e incandescencia en los almacenes y salas de instalaciones de planta sótano insertas en techo; y lámparas de bajo consumo, LED para las zonas docentes, los espacios comunes y las zonas de administración en el edificio del museo y en los falsos techos de las plataformas de deambulación en la planta baja. Todos los espacios disponen de uno o varios sistemas de encendido y apagado manual, así como de iluminación de emergencia. Los duchas y aseos públicos, poseen sensores de movimiento que automatizan el encendido de la luz y su posterior apagado, ayudando al ahorro de energía.

## Diseño

La contratación se realiza directamente en baja tensión, por lo que no es preciso un CT propio. La acometida parte desde la ribera del Ebro hasta la Caja de Protección General (CPG), contigua al armario de abastecimiento de agua. Desde este punto parte la línea General de Alimentación (LGA) hasta el contador general.



## Suministro normal

Desde la Caja General de Protección llega la Línea General de Alimentación al contador del edificio y desde ahí al Cuadro General de Distribución, ubicado en el acceso al zócalo de los cuartos de instalaciones que se localizan en el talud en planta baja. Por tratarse de un único abonado, la derivación individual será del mismo tipo que la línea repartidora. Del Cuadro General de Distribución parten los circuitos a los distintos Cuadros Secundarios de Distribución, así como al alumbrado de emergencia, y desde estos a los puntos de consumo.

## Suministro de socorro

Se dispone de un Grupo Electrónico, ubicado en el bloque de instalaciones de planta sótano, desde el cual, parte una línea hasta el cuarto de Cuadro General Eléctrico, que se localiza a su vez junto al resto de contadores en el espacio anteriormente mencionado. El suministro de socorro da servicio en caso de fallo al alumbrado de emergencia y su puesta en servicio se realizará automáticamente mediante conmutación.

Ambas líneas, suministro normal y de socorro, están proyectadas con cables unipolares rígidos, de cobre recocido con aislamiento del tipo RV 0.6/1 KV y se protegerán en toda su longitud mediante tubo de dimensiones según marca la compañía suministradora. Así mismo, se aplica todo lo indicado en la instrucción MI.BT.013 y en la norma de la compañía.

## Puesta a tierra

Se proyecta esta red con objeto de limitar la tensión con respecto a tierra que pudiera presentarse en un momento dado. La toma a tierra consiste en un anillo cerrado de una longitud mínima de 50m de conductor de cobre desnudo de 50mm de sección enterrado en la excavación antes de la cimentación, coincidiendo con el perímetro de los espacios habitables del talud y con el del edificio del museo, y soterrada a una profundidad no inferior a 0,5m.

Se dispone igualmente de una serie de conducciones enterradas que unen todas las conexiones de puesta a tierra situadas en el interior del edificio. Estos conductos irán conectados por ambos extremos al anillo mencionado.

## Instalación de gas

Los detalles de esta instalación se encuentran en el plano I00.

### Introducción

Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de gas para el proyecto de Albergue y Museo en Eunate.

### Objeto del proyecto de instalación

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de gas, y en general de los siguientes servicios:

### Acometida de gas natural

### Red de gas natural Normativa de aplicación

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial los siguientes documentos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.
- Reglamento básico de servicios de gases combustibles.
- Normas básicas de instalaciones de gas en edificios habitables.
- Norma UNE 60-601-2006 de instalación de calderas a gas para calefacción y/o agua caliente de potencia útil superior a70kW.

### Descripción del proyecto

El proyecto consta de dos edificios:

- El edificio del museo, que incluye además, la administración, los espacios docentes y los espacios de servicio como almacenes o cuartos de instalaciones, estos ubicados en su mayor parte en planta sótano, en una planta soterrada que funciona como almacén para el museo y cajón para instalaciones..
- El albergue, con sus zonas comunes y de noche, además incluye en otro volumen la vivienda.

Todos los cuartos de instalaciones se ubican en la planta baja del edificio del museo, incluyendo el cuarto de las calderas de gas

### Diseño

La instalación de gas comienza en la derivación que parte de la acometida, la cual se discurre soterrada, situándose sobre la misma la llave de registro, en el Camino de Santiago y (camino de la Alfranca) y junto al límite de la parcela en una arqueta registrable. La derivación enterrada termina en el contador general del edificio que se encuentra en un armario registrable sobre el armario del contador de la instalación de abastecimiento de agua, en el volumen docente. En este armario aparecen, por este orden, una llave de corte general, un barómetro de media presión (MP), un regulador de presión, un contador, una electroválvula de seguridad por defecto de presión y un barómetro de baja presión (BP). La electroválvula permite cortar el servicio de gas en caso de detectarse una fuga. Desde el contador sale un conducto que abastece a la caldera del sistema de apoyo de producción solar de agua caliente sanitaria (ACS) y a la caldera que abastece las instalaciones de calefacción por suelo radiante y de climatización de las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA). En cada una de las conexiones también se coloca una electroválvula de seguridad.

Las dos calderas poseen sus respectivas chimeneas de expulsión de los gases de la combustión que ascienden por los patinillos de la espina de instalaciones del edificio hasta la cubierta del mismo.

## 2 . 6 EQUIPAMIENTOS

### ESPACIO

### DEFINICIÓN

#### DUCHAS Y ASEOS

Los duchas y aseos disponen de:

- instalación eléctrica interior
- instalación de alumbrado interior
- instalación de fontanería interior
- instalación de desagües interior
- instalación de protección contra incendios interior
- señalización
- aparatos sanitarios de porcelana vitrificada de 1ª

calidad

- lavabo de chapa plegada longitudinal de varios pasos
- barras de ayuda a personas discapacitadas
- banco

## 2 . 7 URBANIZACIÓN

### TRABAJOS PREVIOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se ejecutará desbroce y limpieza del terreno con arbustos con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, despedregados, escombros o cualquier otro material existente en la parcela. Hasta una profundidad no menor de 25cm. Retirada de los materiales excavador y transporte a vertedero autorizado. Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones (riego) que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Una vez realizados los trabajos previos, se procederá al desmonte y excavación a cielo abierto con medios mecánicos hasta las cotas de cimentación y base de explanada previstos en proyecto.

En el caso del museo se formará un terraplén desde el Camino de Santiago(+193,5m) hasta la cota 0 o cota de urbanización del proyecto (+194.39m). Para ello se utilizarán tierras de la propia excavación del edificio mediante el extendido de tongadas no superior a 30cm.

Para la zona del edificio, tras la excavación de la tierra vegetal se procederá al relleno mediante gravas y arena resistentes mediante el extendido de tongadas no superior a 30cm cuantas veces sea necesario hasta alcanzar la cota de rasante +194.0m. Se cumplirán los requisitos expuestos en el artículo 330.3.1 del PG-3, y posterior compactación mediante equipo mecánico hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida e el ensay Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.

Para las zonas de cultivo de vid no se ejecutará excavación sino que se llevarán a cabo los siguientes trabajos:

Escarificado profundo del terreno medio, con medios mecánicos, alcanzando una profundidad entre 10 y 15 cm. Incluso p/p de señalización y protección del terreno.

Subsolado del terreno medio, con medios mecánicos, alcanzando una profundidad entre 30 y 50 cm. Incluso p/p de señalización y protección del terreno.

Capa de relleno de tierra vegetal min 40 cm.

### RED DE SANEAMIENTO

Se proyectan redes separativas enterradas para fecales y pluviales, de PVC de doble pared color teja, tipo SANECOR o similar, colocada sobre lecho de arena de 10 cms. de espesor, y arquetas construidas in situ con fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor sobre solera de hormigón en masa HM 20. Como alternativa, se ejecutarán prefabricados de hormigón o PVC.

## RED DE ABASTECIMIENTO

Se ejecutará mediante tubería de polietileno de alta densidad PEAD, enterrada en zanja.

Zaragoza, Noviembre de 2017

Los Técnicos autores del Proyecto

Arquitectos

Fdo.: Miriam Solanas Laguna

Luis Franco Lahoz

3.

CUMPLIMIENTO DEL CTE



Justificación de las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. La justificación se realizará para las soluciones adoptadas conforme a lo indicado en el CTE. También se justificarán las prestaciones del edificio que mejoren los niveles exigidos en el CTE.

DB-SE 3.1	Exigencias básicas de seguridad estructural
DB-SI 3.2	Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio
SI 1	Propagación interior
SI 2	Propagación exterior
SI 3	Evacuación
SI 4	Instalaciones de protección contra incendios
SI 5	Intervención de bomberos
SI 6	Resistencia al fuego de la estructura
DB-SU 3.3	Exigencias básicas de seguridad de utilización
SU1	Seguridad frente al riesgo de caídas
SU2	Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
SU3	Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
SU4	Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
SU5	Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación
SU6	Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
SU7	Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
SU8	Seguridad frente al riesgo relacionado con la acción del rayo
DB-HS 3.4	Exigencias básicas de salubridad
HS1	Protección frente a la humedad
HS2	Eliminación de residuos
HS3	Calidad del aire interior
HS4	Suministro de agua
HS5	Evacuación de aguas residuales
DB-HR 3.5	Exigencias básicas de protección frente al ruido
DB-HE 3.6	Limitación de consumo energético
HE0	Exigencias básicas de ahorro de energía
HE1	Limitación de demanda energética
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
HE4	Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica



### 3.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

APARTADO		PROCEDE	NO PROCEDE
DB-SE	3.1.1	X	
DB-SE-AE	3.1.2	X	
DB-SE-C	3.1.3	X	
DB-SE-A	3.1.7		X
DB-SE-F	3.1.8		X
DB-SE-M	3.1.9	X	

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

NCSE	3.1.4		X
	EHE	3.15	X
	EFHE	3.16	X

#### Objeto y ámbito de aplicación

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

#### Planteamiento inicial

El proyecto del museo de jardinería consta de dos tipos distintos de estructura:

La cimentación y el zócalo están contruidos de hormigón armado ejecutado in situ. Se trata del sector del edificio en contacto con el terreno, que eleva a los edificios del museo y el albergue y los aísla de las humedades del terreno.

Por otra parte la estructura del edificio del museo y el albergue es de madera de coníferas (tanto los elementos horizontales como los verticales). A diferencia de la anterior, la ejecución es en seco y con elementos en su mayoría prefabricados.

#### Acciones en la edificación

Toda construcción se ve sometida a dos tipos de cargas, las acciones permanentes (peso propio y cargas muertas) y acciones variables (sobrecarga de uso, acciones exteriores como nieve o viento, sismo, etc).

En estos cálculos no se considerarán las cargas del terreno. Acciones permanentes. Peso propio y cargas muertas

En el caso del peso propio se ha considerado el peso de la estructura horizontal y vertical, tanto estructura de madera como cerramientos. Por otra parte se han incluido las cargas derivadas de las capas de forjado, como la capa de compresión o el mortero del suelo radiante. En el anejo C de este documento básico se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.

En estos cálculos no se incluyen las acciones derivadas del empuje del terreno o las acciones debidas a desplazamientos y deformaciones.

Se consideran para el cálculo las siguientes acciones:

#### Acciones permanentes (G)

Aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante.

- Peso propio (PP):
- Peso propio estructura
- Peso propio forjado
- Peso propio cubierta
- Pavimento y tabiquería: 2 kN/m<sup>2</sup>

Se calcula por tanto el peso que suponen los cerramientos:

cubierta:

acabado madera de abedul > 1.5cm	>0,0855 kN/m <sup>2</sup>
poliestileno expandido > 20cm	>0,06 kN/m <sup>2</sup>
tablero OSB > 1cm	>0,065 kN/m <sup>2</sup>
chapa ondulada > 0,6mm	>0,05 kN/m <sup>2</sup>
instalaciones colgadas ligeras	>0,1 kN/m <sup>2</sup>
total	>0,3605 kN/m <sup>2</sup>
carga lineal 0,36 * 3,15 kN/m = 1,134 kN/m	

fachada - módulo cerrado:

acabado madera de abedul > 1.5cm	>0,0855 kN/m <sup>2</sup>
poliestileno expandido > 20cm	>0,06 kN/m <sup>2</sup>
tablero OSB > 2cm	>0,13 kN/m <sup>2</sup>
subestructura de abedul	
largueros	>1,88 kN/m
durmiente y horizontales	>0,24 kN/m
largueros	>17,10 kN/m <sup>2</sup>
	17,10 * 0,2 * 0,2
	0,684 kN
durmiente y horizontales	>4,56 kN/m <sup>2</sup>
	4,56 * 0,2 * 3,15
	2,87 kN
3m altura * 4largueros	>3m * 570kg/m <sup>3</sup> = 1710
0,2m altura * 4durmiertes	>0,08m * 570kg/m <sup>3</sup> = 456
chapa ondulada > 0,6mm	>0,05 kN/m <sup>2</sup>
cerramiento sin subestructura	>0,3255 kN/m <sup>2</sup>

carga lineal 0,325 kN/m<sup>2</sup> \* 3,3m = 1,07 kN/m

carga total = 3,19 kN/m

fachada - módulo abierto:

veneciana	$>0,027\text{kN/m}^2 * 2,75 = 0,074 \text{ kN/m}$
larguero abedul	$>4,28 \text{ kN} - \text{puntual}$
marco cortizo Cor Vision Corredera RPT	$>0,015\text{kN/m}$
+cor Vision Corredera RPT	$>0,015\text{kN/m} * 2,6 \text{ m} = 0,039 \text{ kN}$
vidrio doble 6+6/12/6+6	$>3\text{m} * 3\text{m} * 24\text{mm} * 2.5(\text{factor}) = 540\text{kg} = 5,4 \text{ kN}$

carga total = 9.76 kN puntual

carga total = 3.098 kN/m

forjado - no estructural - hormigón:

sandwich termochip de viroc x2 + espuma de poliestireno extruido 10cm

xps 10 cm \*2  $>33 \text{ kg/m}^3 * 0.2 = 6.6 \text{ kg/m}^2 = 0.066 \text{ kN/m}^2$

viroc 2cm \*2  $>0,135 \text{ kN/m}^2$

panel tetones EPS, espesor base 0,016m=  $25\text{kg/m}^3 = 0,004\text{kN/m}^2$

suelo radiante

hormigón armado acabado 8cm=  $2400\text{kg/m}^3 * 0,08 = 2,40 \text{ kN/m}^2$

carga total = 2,125 kN/m<sup>2</sup> superficial

por pilar  $> 2,5 * 3,5 * 2,6 = 22,75 \text{ kN}$

forjado - no estructural - madera:

sandwich termochip de viroc x2 + espuma de poliestireno extruido 10cm

xps 10 cm \*2  $>33 \text{ kg/m}^3 * 0.2 = 6.6 \text{ kg/m}^2 = 0.066 \text{ kN/m}^2$

viroc 2cm \*2  $>0,135 \text{ kN/m}^2$

sistema enrastrelado madera  $>0,24 \text{ kN/m}^2$

acabado madera de abedul 1cm  $>0,0570 \text{ kN/m}^2$

carga total = 0,948 kN/m<sup>2</sup> superficial

Acciones variables (Q)

- Sobrecarga de uso (SU)

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Para el proyecto se han seleccionado los siguientes valores de carga uniforme.

En estos cálculos no se incluyen las acciones térmicas u otras acciones accidentales como el sismo, el incendio o el impacto.

- Sobre forjado

Subcategorías de uso variables dependiendo del uso en cada uno de los espacios:

Zonas de acceso al público: C1 (Zonas con mesas y sillas): 3 kN/m<sup>2</sup> y C3 (Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles;

salas de exposición en museos; etc.): 5 kN/m<sup>2</sup>.

Pieza albergue: zona día: C3: 5 kN/m<sup>2</sup>, zona noche: C1: 3 kN/m<sup>2</sup>

Pieza museo-aulas: museo: C3: 5 kN/m<sup>2</sup>, aulario C1: 3 kN/m<sup>2</sup>

Para el cálculo realizado se ha empleado la subcategoría de uso más desfavorable en cada caso, buscando homogeneizar la estructura de cada una de las piezas, respectivamente: C3: 5 kN/m<sup>2</sup>

- Sobre cubierta

Subcategoría de uso G1 (Cubiertas accesibles únicamente para conservación, ligeras sobre correas (sin forjado)): 0,4 kN/m<sup>2</sup>

Esta sobrecarga no se considerará concomitante con otras acciones variables como la nieve.

- Acciones climáticas

- Viento (Vi)

V1a: 0,29 kN/m<sup>2</sup>

V1b: 0,43 kN/m<sup>2</sup>

$q_b * c_e * c_p = 0,5 \text{ kN/m}^2 * 1.6 * c_p$ , se simplifica a 0,5 kN/m<sup>2</sup>

- Nieve (Ni) Para Muruzabal (altitud 340m): 0,5 kN/m<sup>2</sup>

- Acciones térmicas

No se considera por tratarse de longitudes muy inferiores a los 40m indicados por la norma.

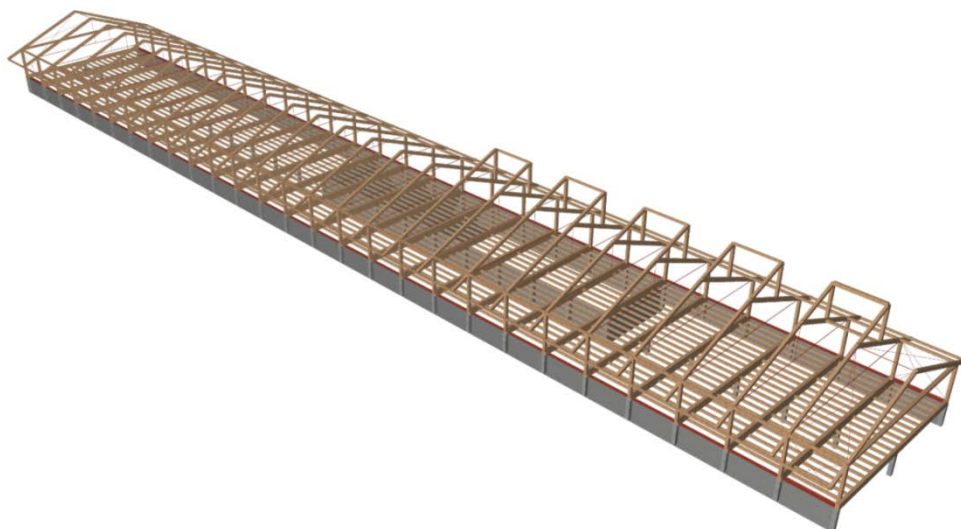
Acciones accidentales (A)

No se consideran.

Con estos datos se procede a realizar un predimensionado que posteriormente se verifica en Cypecad 3d.

Ambas estructuras de pórticos, con las sobrecargas indicadas se introducen en el generador de pórticos de Cype, obteniendo un pórtico tipo que posteriormente se introducirá en Cype 3d para su dimensionado.

Del generador de pórtico extraemos la información correspondiente a las correas ubicadas en cubierta, sin embargo, estas correas son calculadas en metal, pero conocidos los esfuerzos que generan viento y nieve se trasladan los datos.



\*Vistas de la estructura del museo obtenidas en Cypecad3D. Fue nte: Elaboración propia.

## Estructura de hormigón

Como se ha mencionado anteriormente, la cimentación y el zócalo están contruidos de hormigón armado ejecutado in situ, sobre este se asienta directamente el pórtico, de forjado unidireccional de vigas y correas de madera.

Por las condiciones del terreno, inicialmente se dispondrán pozos de hormigón en masa en línea que alcancen las capas resistentes. Sobre ellos la cimentación se completará con zapatas aisladas de hormigón armado a eje con los pilares. Estas recibirán a su vez los muretes de hormigón que elevan el edificio hasta la cota deseada formando un forjado sanitario.

Los muretes de hormigón armado situados bajo los tres ejes principales del edificio contribuyen a elevar el edificio salvando la cota de cimentación y a proteger la madera de la humedad del terreno. Para asegurar la correcta salubridad de la cámara se dejan huecos cilíndricos en la fibra neutra cada 1,5m fomentando la ventilación del espacio.

La plataforma de hormigón no se limita al perímetro del edificio, sino que continúa por el exterior generando unas terrazas que diluyen la transición entre el edificio y el campo a través de un graderío

La definición de los materiales escogidos es la siguiente:

### CUADRO CIMENTACIÓN

PIEZA	MATERIAL	DIMENSIONES	PROFUNDIDAD
POZO CIMENTACIÓN			
cm			
ALBERGUE			
PZ 1	Pozo 1	I-CEM 32,5 - I HM-20/P/40/l	140 x140 Cota resistente + 30cm
MUSEO			
PZ 1	Pozo 1	I-CEM 32,5 - I HM-20/P/40/l	140 x140 Cota resistente + 30cm
PZ 1	Pozo 2	I-CEM 32,5 - I HM-20/P/40/l	180 x180 Cota resistente + 30cm

PIEZA	MATERIAL	DIMENSIONES	ARMADO
ZAPATA			
cm			
ALBERGUE			
ZP 1	Zapata 1	I-CEM 32,5 - I HM-25/B/40/l	140 x140x50 *según E4
MUSEO			
ZP 1	Zapata 1	I-CEM 32,5 - I HM-25/B/40/l	140 x140x50 * según E4
ZP 2	Zapata 2	I -CEM 32,5 - I HM-25/B/40/l	180 x180x65 * según E4
ZC1	Zapata corrida 1	I -CEM 32,5 - I HM-25/B/40/l	450 x 50
ZC2	Zapata corrida 2	I -CEM 32,5 - I HM-25/B/40/l	180 x 65
PA	Pozo ascensor	I -CEM 32,5 - I HM-25/B/40/l	180 x180 * según E4

HORMIGONES	ÁRIDO	T.MÁX. N/mm <sup>2</sup>	CONSISTENCIA N/mm <sup>2</sup>	yc	fck	Ec	CEMENTO
H. limpieza	rodado	I-40	plástica (3.5mm)	1,50	20	26100,14	I-CEM 32,5
I HM-20/P/40/l							
H. riotras	rodado	I-40	blanda (6-9mm)	1,50	25	27s36,36	I-CEM 32,5
I HM-25/B/40/l							
H. solera	rodado	I-20	plástica (3.5mm)	1,50	25	27s36,36	I-CEM 32,5
I HM-25/B/40/l							
H. muros	rodado	I-20	plástica (3.5mm)	1,50	30	28577,22	I-CEM 32,5
I HM-25/B/40/l							

## Estructura de madera

### Estructura de madera vertical

Para el sistema estructural del edificio se opta por una construcción en seco mediante un sistema conocido como entramado ligero (light framing) en contraposición con el entramado pesado (heavy timber). Este sistema es el último eslabón de la evolución de la madera como material estructural, desde las casas de troncos y pasando por las edificaciones de entramado pesado.

La nueva concepción estructural radica en la direccionalidad del trabajo de flexión. Se disponen ortogonalmente muros portantes trabados entre sí de manera que lo que es arriostrado para unos es soporte para otros.

Se emplean un gran número de elementos estructurales, creando estructuras superficiales en muros, forjados y cubiertas que al unirse forman un sistema. Además se disminuyen las escuadrías distribuyendo la carga a través de muchos elementos de pequeña dimensión. En el caso del edificio, el canto de las vigas y pilares es de apenas 12cm.

El nivel de mecanización de las piezas es muy bajo (a diferencia de otros sistemas tradicionales), con uniones sencillas sin juntas ni ensambles especiales. Los tiempos de construcción son por lo tanto menores y la mayoría del trabajo se ejecuta en seco independientemente de la estación climática.

### Materiales

Para los pilares, correas, y vigas de cubierta, se ha escogido madera laminada encolada GL28h, según norma UNE EN 1194. Para las vigas de forjado del albergue, por tener que cubrir una luz de 7,5m, se opta por una madera laminada de mayor resistencia GL36h, siguiendo la misma norma.

#### CUADRO ESPECIFICACIONES DE LAS PIEZAS

PIEZA	CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES	Aef	Ief	Wef		
CUBIERTA		mm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>		
ALBERGUE							
V 1	Viga 1	Laminada abedul gl28h	b180 x 300		540	405000	2700
C 1	Correa 1	Laminada abedul gl28h	b80 x 240	192	9216	768	
C 2	Correa 2	Laminada abedul gl28h	b120 x 260	208	11717	901	
C 3	Correa 3	Laminada abedul gl28h	b80 x 180	144	3888	432	
C 4	Correa 4	Laminada abedul gl28h	b80 x 140	112	1829	261	
MUSEO							
V 1	Viga 1	Laminada abedul gl28h	b220 x 300		660	49500	3300
V 2	Viga 2	Laminada abedul gl28h	b220 x 340		749	72057	4239
C 1	Correa 1	Laminada abedul gl28h	b80 x 240	192	9216	768	
C 2	Correa 2	Laminada abedul gl28h	b120 x 260	208	11717	901	
C 3	Correa 3	Laminada abedul gl28h	b80 x 180	144	3888	432	
C 4	Correa 4	Laminada abedul gl28h	b80 x 140	112	1829	261	
FORJADO							
			mm <sup>2</sup>		cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>
ALBERGUE							
V 1	Viga 1	Laminada abedul gl36h	b180 x 380		684	82308	4332
C1	Correa 1	Laminada abedul gl28h	b100 x 200	200	6667	667	

## MUSEO

V 1	Viga 1	Laminada abedul gl36h	b220 x 480	1056	202,75	8448
V 2	Viga 2	Laminada abedul gl36h	b260 x 520	1248	239,61	9984
V 3	Viga 3	Laminada abedul gl36h	b260 x 600	1560	468	15600
V 4	Viga 4	Laminada abedul gl36h	b260 x 680	1768	681,26	20037
C1	Correa 1	Laminada abedul gl28h	b100 x 200	200	6667	667
C2	Correa 2	Laminada abedul gl28h	b100 x 240	240	11520	960

## PILARES

mm2      cm2      cm4      cm3

### ALBERGUE

P1	Pilar 1	Laminada abedul gl28h	b180 x 280	504	32928	2352
----	---------	-----------------------	------------	-----	-------	------

### MUSEO

P1	Pilar 1	Laminada abedul gl28h	b220 x 280	616	40245	2875
----	---------	-----------------------	------------	-----	-------	------

## MADERAS

DIMENSIONES (base)

E fm,g,k    ft,0,g,k    fc,0,g,k

ρ

N/mm2    N/mm2    N/mm2    N/mm2    kN/m3

Madera Laminada abedul gl28h

b220, b180, b120, b100, b80	12600	28	16,5	24	4,1
-----------------------------	-------	----	------	----	-----

Madera Laminada abedul gl36h

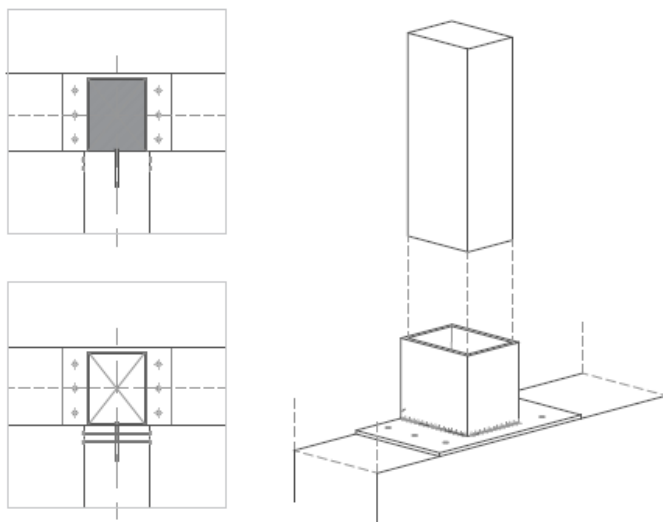
b180, b260	14600	36	19,8	28,5	5,2
------------	-------	----	------	------	-----

Según UNE EN 1194

## Uniones entre la estructura vertical y la horizontal

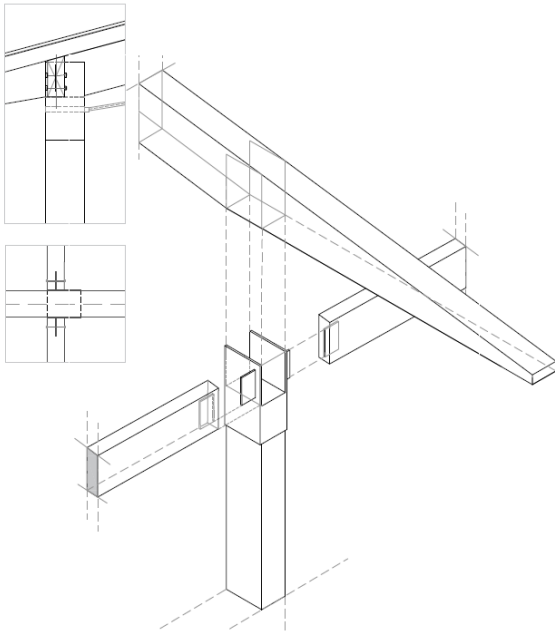
\*Fuente: Elaboración propia

### U1: Unión Pilar – Zócalo de hormigón



Unión encajada mediante chapa perforada de acero galvanizado + perno roscado acero galvanizado, según cálculo.

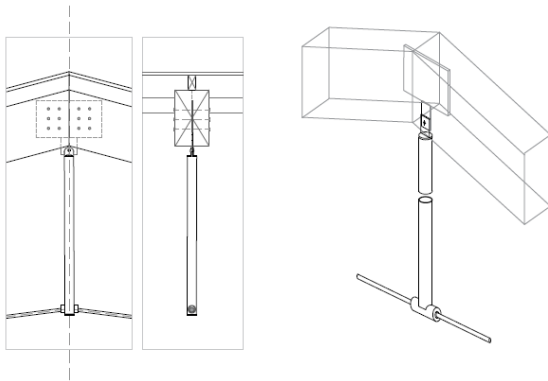
## U2: Unión Pilar - Viga - Correa



Unión correa - pilar mediante orejeta en cajón de chapa perforada de acero galvanizado + perno roscado acero galvanizado, según cálculo.

Unión pilar - viga mediante chapa perforada de acero galvanizado + perno roscado acero galvanizado, según cálculo.

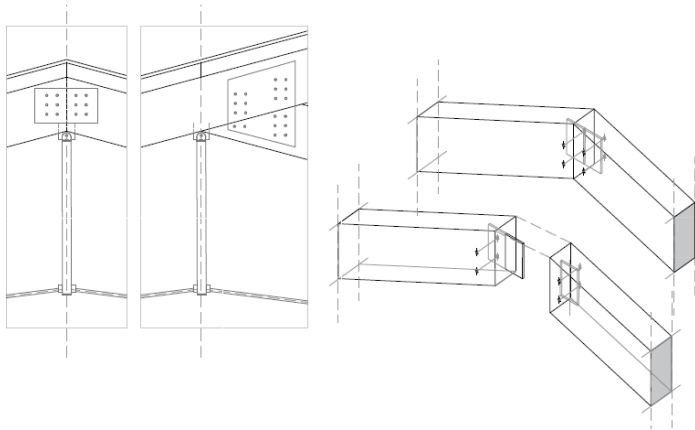
## U3: Unión tensor- Viga cubierta



Unión correa - pilar mediante orejeta interna de chapa perforada de acero galvanizado + perno roscado pasante de acero galvanizado, según cálculo.

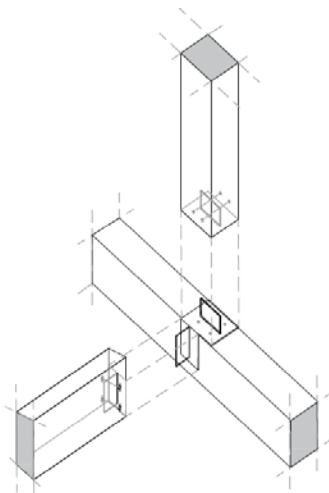


#### U4: Unión Viga cubierta - viga cubierta



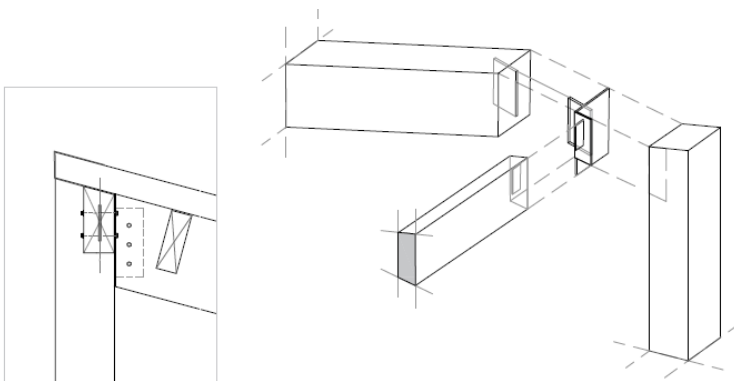
Unión interna mediante chapa perforada de acero galvanizado + perno roscado acero galvanizado, según cálculo.

#### U5: Unión Viga lucernario - pie derecho - viga inferior



Unión mediante chapa perforada de acero galvanizado plegada en L+ perno roscado acero galvanizado, según cálculo.

#### U6: Unión Viga lucernario - pie derecho - superior



Unión mediante chapa perforada de acero galvanizado plegada en L+ perno roscado acero galvanizado, según cálculo

## DB - SE - M Objeto y ámbito de aplicación

El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad de los elementos estructurales de madera en edificación.

La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego,) quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.

### Parámetros de cálculo

Valores del factor de modificación  $K_{mod}$  (tabla 2.4 de este documento básico)

TIPO DE MADERA	$K_{mod}$	TIPO DE CARGA
Madera laminada o maciza	0,6	Para cargas permanentes
Madera laminada o maciza	0,9	Para cargas temporales

Coefficiente parcial de seguridad: 1.30

Clase de servicio de la madera según UNE EN 33

Clase de servicio S1: Elemento estructural está a cubierto, completamente protegido de la intemperie y no expuesta a la humedad.

El cálculo pormenorizado se realiza en el programa Cypecad 3D, y sus resultados son los explicitados en las tablas anteriores, sin embargo, se añade un Anejo de documentación de los pórticos tipo.

## 3.2 SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

### Objeto

Se establecen las condiciones que deben reunir los edificios (elementos de protección contra incendios y soluciones constructivas) para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio y prevenir los daños a terceros.

### Ámbito y aplicación

En el presente proyecto se contempla el cumplimiento de las prescripciones generales y las condiciones particulares para el uso docente y administrativo.

## Sección S1: Propagación interior

### Compartimentación en sectores de incendio

Los edificios y establecimientos estarán compartimentados en sectores de incendios en las condiciones que se establecen en la Tabla 1.1 de esta sección, mediante elementos cuya resistencia al fuego satisfaga las condiciones que se establecen en la Tabla 1.2 de dicha sección.

Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los límites que establece la Tabla 1.1. En este caso, la zona administrativa del proyecto queda integrada en el edificio del museo.

De acuerdo a la tabla Tabla 1.1, Condiciones de compartimentación en sectores de incendio, se determina esta compartimentación en función del uso de los diferentes espacios y su superficie útil:

Bloque A1 - Museo: Pública concurrencia, superficie útil: 857.21m<sup>2</sup>

Sector de incendio único, puesto que la superficie no supera los 2500m<sup>2</sup>.

Bloque A1-B - Sótano de servicio: se determina como otro sector de incendio de riesgo especial. Puesto que alberga instalaciones y almacén.

Bloque A2 - Aulas: Docente, superficie útil: 552.4 m<sup>2</sup>

Sector de incendio único, puesto que el edificio tiene una única planta.

Bloque B1- Albergue : Residencial público, superficie útil: 630.4m<sup>2</sup>

Sector de incendio único, puesto que la superficie no supera los 2500m<sup>2</sup>. Las particiones de las diferentes habitaciones que no obliguen a su clasificación como local de riesgo especial conforme a SI 1-2, debe tener paredes EI 60.

Bloque B2- Vivienda: Residencial vivienda, superficie útil: 85.74m<sup>2</sup>

Sector de incendio único, puesto que su superficie no supera los 2500m<sup>2</sup>. Se trata de un bloque aislado, con lo que no existen particiones que separan viviendas entre sí, lo que las exime de cumplir EI 60.

### Locales y zonas de riesgo especial

Los locales que se encuentran en el proyecto y son susceptibles de caracterizarse como locales de riesgo especial son los siguientes:

Sala de UTA en Bloque B-1 - Albergue y particiones en falsos techos donde se ubican el resto de UTAs.

Sala de calderas, refrigeradora, grupo electrógeno y almacén en sótano. Se determina como un conjunto diferente, con acceso directo desde el exterior que le exime de la necesidad de un vestíbulo de independencia.

Todas las salas de instalaciones cumplen con lo determinado en el RITE, en cuanto a ventilación y protección establecido en los reglamentos correspondientes.

Se procede a realizar la clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios, según los datos de la tabla 2.1:

- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20

de julio, BOE 2007/08/29). Serán en todo caso clasificadas como locales de riesgo bajo.

- Salas de calderas con potencia útil nominal P:

La potencia nominal útil de la caldera es menor de 200 kW,  $70 < P \leq 200$  kW, con lo que el espacio es de riesgo especial bajo.

La enfriadora cuenta con refrigerante halogenado, y su potencia es menor de 200kW igualmente, con lo que  $P \leq 400$  kW, y se clasifica como local de riesgo especial bajo.

- La sala de grupo electrógeno será de riesgo especial bajo en todo caso.

- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución, serán en todo caso clasificadas como locales de riesgo bajo. Los recintos para contadores de el

ectricidad o para instalaciones de telecomunicación (excepto los modulares) deben cumplir las condiciones del REBT y del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, respectivamente y ser locales de ri

esgo especial bajo conforme al DB-SI. Cuando se sitúen en un sector de riesgo mínimo, deben estar comunicados con éste a través de un vestíbulo de independencia. En este caso, cuentan con una apertura directa al exterior.

- Sala de grupo electrógeno. Será en todo caso clasificadas como locales de riesgo bajo.

- Almacén en uso de pública concurrencia. Se considera en función de su volúmen, en este caso el almacén se encuentra separado del uso en cuestión. Ubicado en planta sótano, se determinará todo el espacio de sótano como local de riesgo especial bajo, al contar con un volúmen  $> 200$  m<sup>3</sup>.

Espacios ocultos.

Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.

En este caso, se consideran tanto pasillos como estancias, zonas ocupables, puesto que Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Así pues los revestimientos deben cumplir:

paredes y techos: C-s2,d0

suelos: EFL

Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados, cumplen:

paredes y techos: B-s3,d0

suelos: BFL-s2

## Sección SI 2: Propagación exterior

### Medianerías y fachadas

No existe conexión entre edificios en este caso. Únicamente el cerramiento de cubierta es continuo en la separación de las diferentes piezas de cada bloque:

Albergue y vivienda y museo y aulario.

Sin embargo, ha de cumplirse el apartado 3 en el encuentro entre sótano y museo:

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos E160 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).

### 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 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 esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

### Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas.

Para la vivienda se cumple que:

Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente, cumpliendo lo siguiente: 25m máximo hasta espacio exterior seguro.

Para el resto de espacios, siendo plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente se cumple que: la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida en planta no exceden los 50 excepto en las zonas, de residencial público, como la zona de noche del albergue, esta no debe ser mayor a 35m.

La ocupación viene determinada por la siguiente tabla:

ZONA	SUP. CONSTRUI (m2)	SUP. ÚTIL (m2)	OCUPACIÓN (m2/persona)	
BLOQUE A-1	Área expositiva	779,72	747,42	2
	Recepción + Adm	29,68	27,37	10
	Hall	38,48	35,52	2
	Circulación secur	19,54	15,95	10
	Aseos m	27,55	24,06	3
	Patinillos	6,89	4,66	
	Total MUSEO	899,63	857,21 m2	
	12,14	4,1 altura media		
		3514,561 m3		
BLOQUE A-2	Aula- 1	122,62	117,1	1,5
	Aula- 2	122,62	117,1	1,5
	Aula- 3	122,62	117,1	1,5
	Hall	190,71	172,51	2
	Aseos f	27,63	24,66	3
	Aseo minusválido	4,88	3,95	
	Cuarto limpieza	4,9	4,23 nula	
	Contadores	4,6	3,93 nula	
	Total AULARIO	590,8	552,4	
			4,1 altura media	
		2264,84 m3		
BLOQUE B-1	Estar público + Rr	194,65	182,52	1
	Sala instalaciones	22,23	20,02 nula	
	Aseos 1	22,23	20,02	3
	Aseos 2	22,23	20,02	3
	Zona noche	180	172,42	5
	Aseos + duchas 1	44,93	40,05	3
	Aseos + duchas 2	44,93	40,05	3
	Circulación	147,56	134,94	2
	Total ALBERGUE	678,76	630,04	
			86,21	
		espacio ES estar		
	espacio ES noche			
		3,7 altura media		
		2331,148 m3		
BLOQUE B-2	Estar + cocina	50,97	45,55	
	Vestíbulo	2,76	2,32	
	Baño	7,08	4,55	
	Despensa	6,65	5,42	
	Habitación 1	15,8	13,95	
	Habitación 2	16,5	13,95	
	total VIVIENDA	99,76	85,74	20
BLOQUE A-3	Almacén	120,63	110,63	40
	Sala UTA	29,9	26,635 nula	
	Sala Caldera	29,9	26,635 nula	
	Sala Enfriadora	29,9	26,635 nula	
	Sala grupo electr	6,56	5,6 nula	
	Sala grupo presió	4,68	4 nula	
	Sala basuras	6,56	5,6 nula	
	Sala RITU	7,48	6,3 nula	
	Vestíbulo acceso	99,68	82,43 nula	
	total SÓTANO	235,61	294,465	

## Instalaciones de protección contra incendios

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Se cumple por tanto la instalación que indica la siguiente tabla como regla general:

La vivienda al no contar con las especificaciones adecuadas, no requiere la instalación de dotaciones de protección contra incendios.

En el albergue según las siguientes especificaciones no requiere de la instalación de B.I.Es, ya que está pensado para albergar a 48 personas y cuenta con una superficie <1000m2. Sí se instalará sistema de detección y de alarma de incendio, este sistema dispondrá al menos de detectores de incendio.

En el sector docente, por superficie, no se requiere la instalación de ninguno de los sistemas siguientes :

En el museo, catalogado como de pública concurrencia, se instalarán B.I.Es. Los equipos serán de tipo 25 mm.

#### Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

1 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) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir 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 3035-3:2003.

#### Puertas situadas en los recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de planta o edificio serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en la zona a evacuar o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado desde el cual provenga dicha evacuación. Todas las puertas abrirán en el sentido de la evacuación, excepto las puertas previstas para menos de 50 ocupantes del espacio en el que se sitúa, como es el caso de las puertas de los despachos de administración.

#### Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".

Se disponen 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.

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 que quede claramente indicada la alternativa correcta.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Control del humo de incendio

No es necesaria la instalación de un sistema de control del humo de incendio en el proyecto.

Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

No se precisa en el proyecto ninguna zona de refugio, ya que la altura de evacuación del edificio del museo es de 3.30m (<14m).

#### Instalaciones de protección contra incendios

##### Dotación de instalaciones de protección contra incendios

La exigencia de disponer de instalaciones de detección, control y extinción del incendio viene recogida en la Tabla 1.1 de esta Sección en función del uso previsto, superficies, niveles de riesgo, etc.

El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones, así como sus materiales, sus componentes y sus equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el apartado 3.1. de la Norma, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre) y disposiciones complementarias, y demás reglamentación específica que le sea de aplicación.

Los extintores se colocarán cada 15m, como está indicado en el plano I01

Siempre encontraremos estas mangueras a una distancia máxima de 5 metros de las puertas de salida. La

distancia máxima entre BIE's será de 25m. La altura a la que debe estar instalado es siempre de 1,50 metros para ser accesible a cualquier persona adulta. Además, se dispondrá de una señal luminiscente en el lugar donde se encuentra el BIE en caso de caída de la corriente eléctrica.

El modelo seleccionado es la BIE ENOX3, de configuración vertical, con departamento para extintor y registro del módulo técnico. Cofre de empotramiento en acero galvanizado, marco exterior y puerta de acero inoxidable. Sistema Guiman para orientación y deslizamiento de manguera 20m, Ø25cm.

La altura de evacuación es menor a 24m

La superficie construida excede los 1000 m<sup>2</sup>

La superficie construida total es menor a 5000 m<sup>2</sup>

### Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores y pulsadores manuales de alarma) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

420 x 420 de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.

### Intervención de los bomberos

#### Aproximación a los edificios

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2 de esta Sección, deben cumplir las condiciones que se establecen en el apartado 1.1 de esta Sección. El Camino de Santiago (camino de la ribera) cumple las condiciones de 3,5m de anchura mínima libre; 4,5m de altura mínima libre; y se considera que la capacidad portante de dicho vial es al menos de 20Kn/m<sup>2</sup>.

#### Entorno de los edificios

No existe en el proyecto una altura de evacuación mayor que 9m, por lo que las condiciones del apartado 1.2 no son requeridas.

#### Accesibilidad por fachada

Las fachadas disponen de huecos que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Las condiciones que deben cumplir dichos huecos están establecidas a continuación:

Altura de alfeizar = 0m < 1.20m

Dimensión horizontal = 1.8m > 0.80m

Dimensión vertical > 1.20m en cualquier caso

Distancia máxima entre huecos consecutivos = 0.12m < 25m

### Resistencia al fuego de la estructura

La resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas, soportes y tramos de escaleras que sean recorrido de evacuación, salvo que sean escaleras protegidas), es suficiente si:

alcanza la clase indicada en la Tabla 3.1 de esta Sección, que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura (en la Tabla 3.2 de esta Sección si está en un sector de riesgo especial) en función del uso del sector de incendio y de la altura de evacuación del edificio;

(1) Las estructuras de cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no excedan de 28m, así como los soportes que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores.





### 3.3 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

#### Seguridad frente al riesgo de caídas\_

##### Objeto

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad, reduciendo a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como el facilitar el acceso y la utilización no discriminada, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

##### Ámbito de aplicación

Este documento se aplica a la obra del proyecto de edificación completo, así como a los elementos del entorno del edificio a los que les son aplicables sus condiciones.

##### Resbaladidad de los suelos

Atendiendo a la Tabla 1.2 de esta sección se especifican dos clases de suelo según su resbaladidad para el proyecto:

- Espacios de pública concurrencia (Edificio Museo e Albergue	Clase 1	15<Rd≤35
- Accesos desde el exterior y baños	Clase 2	35<Rd≤45

Los espacios de la planta baja del edificio, a excepción de los duchas, tienen un acabado de hormigón pulido, con resistencia antideslizamiento certificada.

Los espacios de la planta primera, a excepción de los baños, tienen un acabado de resina Durasil, de gran adherencia.

##### Discontinuidades en el pavimento

El proyecto no presenta ninguna de las discontinuidades citadas en este apartado Desniveles

##### Protección de los desniveles:

En todas las zonas que presentan desniveles mayores a 55cm existirán barreras de protección que se encuentran definidas en el plano de carpinterías.

##### Características de las barreras de protección

Las barandillas proyectadas en los huecos del forjado de la planta primera tienen una altura de 1.10cm, aunque el mínimo establecido en este apartado es de 0.90cm.

#### Escaleras y rampas

##### Escaleras de acceso al zócalo desde la cota de urbanización:

Se trata de cuatro escaleras que salvan un desnivel de 1.20m de altura y se desarrollan en un solo tramo recto. Constan de 6 peldaños de 0.20cm y una huella de 45 y 60cm. La anchura útil de las mismas es de 4.50 y 3.60m

##### Rampas de acceso al zócalo desde la cota de urbanización:

El proyecto consta además de dos rampas de un solo tramo recto para acceder a la cota del zócalo, situada a 1.20m de altura sobre la cota de urbanización. Estas rampas tienen una anchura de 2.76m y una pendiente del 4%

## Escaleras de uso general en el edificio del museo.

El edificio del museo cuenta con dos escaleras idénticas no protegidas de evacuación descendente. Estas constan de dos tramos de 1.40m de anchura, separados por una meseta de 1.60m de anchura. La anchura de la huella es de 33cm y la altura de la contrahuella 17cm.

### Limpieza de los acristalamiento exteriores

Los cristales de la fachada norte pueden plantear dificultad de limpieza por tratarse de vidrios fijos situados en la planta primera. Estas superficies acristaladas son accesibles desde el exterior con facilidad. Será necesario un elemento de apoyo para permitir la limpieza de esos elementos.

En cambio los acristalamientos de la fachada sur no presentan problemas, ya que el retranqueo existente, de 0.60m de anchura permite el paso de una persona para tareas de mantenimiento.

## Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento Impacto

### Impacto con elementos fijos

Todas las alturas libres son superiores a 2,20m marcados por la norma. No existen elementos salientes que supongan riesgo de impacto.

### Impacto con elementos practicables

Las puertas de acceso al edificio (tanto de la entrada principal como de las secundarias), así como las puertas de la sala polivalente, la biblioteca y el conjunto de aulas, son de vidrio, permitiendo reconocer la aproximación de personas desde el lado opuesto.

### Impacto con elementos frágiles.

Tanto los huecos de fachada como las puertas de vidrio disponen de cercos y tiradores que permitan identificarlos con facilidad.

## Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos Aprisionamiento

Todas las puertas que poseen dispositivos de bloqueo disponen de accionamientos para poder abrirse desde su interior.

## Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

### Alumbrado normal en zonas de circulación

Las zonas exteriores de circulación y los accesos contarán con una iluminación mínima de 20 lux; y las zonas interiores con 100 lux.

### Alumbrado de emergencia

El proyecto dispone de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministra iluminación suficiente para permitir la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio en condiciones de seguridad, evitando situaciones de pánico y permitiendo la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos de medios de extinción existentes. Ver disposición de alumbrado de emergencia en planos de instalaciones de incendios y electricidad. Estas luminarias se situarán a 2,30m por encima del nivel del suelo y estarán alimentadas por el grupo electrógeno en caso de fallo de la red eléctrica.

## Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

Esta sección no es de aplicación a este proyecto.

## Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Las dos balsas de riego situadas en las zonas exteriores del edificio cuentan con rejillas con la suficiente rigidez y resistencia, así como con cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

## Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Los trazados por los que circularán los automóviles o la maquinaria agrícola se ha realizado en condiciones de seguridad respecto a la posición del edificio, tanto su recorrido como su aparcamiento.

## Seguridad frente al riesgo causado por la acción de rayo

Esta sección no es de aplicación a este proyecto.

## Accesibilidad. Condiciones de accesibilidad

El proyecto es accesible desde la cota de acceso al recinto, en el camino de la ribera.

A los edificios del museo y el albergue, situado en la cota +1.20 sobre la cota de urbanización, se accede principalmente a través de las plataformas de 1% de pendiente, así como por las 4 escaleras situadas desde varios puntos del zócalo. Sin embargo siempre existe un punto de acceso con una pendiente <4%.

El edificio del museo está dotado de dos aseos accesibles, uno por planta, debidamente señalizados. Así mismo, el aparcamiento también cuenta con una plaza de aparcamiento accesible.

Clase de servicio S2: Elemento estructural está a cubierto y completamente protegido de la intemperie, pero en la que se puede dar ocasionalmente una humedad ambiental elevada (la humedad ambiental elevada puede conducir a una humectación ocasional pero no persistente).

Clase de servicio S3: Elemento estructural se encuentra a descubierto, no en contacto con el suelo. Humidificación frecuente.

Para el proyecto se ha escogido la clase S2.

### 3.4 SALUBRIDAD

#### Calidad del aire interior. Instalación de ventilación

##### Objeto

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, más en concreto en este documento para satisfacer el requisito básico de calidad de aire interior.

##### Ámbito de aplicación

Al tratarse de un proyecto con usos distintos al de residencial vivienda se aplicarán a este efecto las exigencias establecidas en el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios). De este documento se aplicará a este punto la Instrucción Técnica 1.1.4.2, Exigencia de calidad del aire interior, que enuncia que también se considera válido lo establecido en la norma UNE-EN 13779.

##### Caracterización y cuantificación de las exigencias

##### Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios (IT 1.1.4.2.2)

Se establece una clasificación, para cada uno de los usos del proyecto, de la calidad del aire que se debe conseguir. En este caso la totalidad de los espacios para el público se corresponde con una calidad de aire buena (IDA2).

##### Caudal mínimo del aire exterior de ventilación (IT 1.1.4.2.3)

Atendiendo al primero de los métodos que expone la norma, método indirecto de caudal de aire exterior por persona. Se obtienen los valores de caudal del aire exterior que son precisos en cada uno de los espacios con los datos de la Tabla 1.4.2.1. Se considera que está prohibido fumar en todos los espacios.

##### Filtración del aire exterior mínimo de ventilación (IT 1.1.4.2.4)

El aire exterior de ventilación se introduce debidamente filtrado. El tipo de filtración viene determinado por la calidad del aire exterior (ODA), que según el Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación (DTIE 2.05), *Calidad del aire exterior: mapa de ODAs de las principales capitales de provincia de España*, lo califica en este entorno de ODA 1 (aire puro que puede contener partículas sólidas de forma temporal).

##### Las características anteriores aplicadas al

MUSEO - IDA 2 (Buena calidad): sin fumadores:

MUSEO - Administración - IDA 2 (Buena calidad): sin fumadores:

0,0125 m<sup>3</sup> / s.per

12,5 dm<sup>3</sup> / s.per

45 m<sup>3</sup> / h.per

AULAS - IDA 2 (Buena calidad): sin fumadores:

0,0125 m<sup>3</sup> / s.per

12,5 dm<sup>3</sup> / s.per

45 m<sup>3</sup> / h.per

ESTAR ALBERGUE- IDA 2 (Buena calidad): sin fumadores:

0,0125 m<sup>3</sup> / s.per

12,5 dm<sup>3</sup> / s.per

45 m<sup>3</sup> / h.per



Desde los depósitos de inercia de las centrales se alimenta a las seis Unidades de Tratamiento de Aire del proyecto, dos destinadas a introducir aire primario en el albergue, otra para el museo y por último, para clima y ventilación de las aulas, puesto que supone un uso más discontinuado con necesidades puntuales .

Todas las Unidades de Tratamiento de Aire introducen aire del exterior tomándolo a través de las cubreras de la cubierta. En el caso de la Unidad de Tratamiento de Aire 3, esta toma el aire exterior a través de la fachada abierta de listones de madera. Todas ellas se encuentran protegidas del viento, el calentamiento por incidencia solar y la entrada de agua, y el cuarto en la que se alberga la del museo y usos adyacentes, cuenta con sumideros para la posible evacuación de agua ante una avería. Además, todas ellas constan de un recuperador de energía para conseguir mayor eficiencia energética.

Los conductos de aire parten de estas unidades hasta los puntos de impulsión y regresan desde los puntos de retorno a las mismas.

Los conductos de aire se distribuyen en forma de espina central en museo y ambos espacios del albergue. Y desde las aulas irá impulsado y retornado desde el falso techo, lo mismo ocurre para el pasillo climatizado por las mismas UTAS, que utilizarán difusores lineales y rejillas de retorno según C03, posibilitando una difusión y retorno de aire controlados. Además, los aseos, duchas y laboratorios cuentan con un sistema de extracción independiente.

## Dimensionado UTA y conductos de aire

Para dimensionar el proyecto debemos tener en cuenta que sistema de Unidades de Tratamiento de Aire se utilizará para la producción de frío y la ventilación mecánica de las estancias sobre las que va a actuar cada UTA.

El primer paso es obtener los caudales de ventilación  $Q_v$  para las superficies que requerirán de las unidades de tratamiento de aire en función de las superficies de las mismas y del uso del proyecto.

ZONA	SUP. CONSTRUIDA (m2)	SUP. ÚTIL (m2)	OCUPACIÓN (m2/persona)	USO PREVISTO	ACTIVIDAD	OCUPACIÓN (personas)	IDA (L / s.per)	VENTILACIÓN (L / s.m2)	VENTILACIÓN (L / s)	CAUDAL (m3 / s)	CAUDAL (m3 / h)	VOLUMEN (m3)	CAUDAL (renov/hora)	
A1	Área expositiva	779,72	747,42	2	pública concurren zona uso público en	374	2	12,5	4671,38	4,671	16816,95	3064,42	5,49 UTA 1	
	Recepción + Admón.	29,68	27,37	10	pública concurren zona oficina	3	2	12,5	34,21	0,034	123,17	112,22	1,10 UTA 1	
	Hall	38,48	35,52	2	pública concurren vestíbulo	18	3		0,55	19,54	0,020	70,33	145,63	0,48 UTA 1
	Circulación secundaria	19,54	15,95	10	pública concurren zonas servicio	2	3		0,55	8,77	0,009	31,58	65,40	0,48
	Aseos m	27,55	24,06	3	pública concurren aseos planta	8	3		0,55	13,23	0,013	47,64	64,96	0,73 extractor
	Patinillos	6,89	4,66											
	Total MUSEO	899,63	857,21	m2			404			4747,13	4,747	17089,66		
	12,14	4,1	altura media	810,31								4,86	renovaciones/hora	
		3514,561	m3											
A2	Aula- 1	122,62	117,1	1,5	docente aulas	78	2	12,5	975,83	0,976	3513,00	480,11	7,32 UTA 1	
	Aula- 2	122,62	117,1	1,5	docente aulas	78	2	12,5	975,83	0,976	3513,00	480,11	7,32 UTA 2	
	Aula- 3	122,62	117,1	1,5	docente aulas	78	2	12,5	975,83	0,976	3513,00	480,11	7,32 UTA 3	
	Hall	190,71	172,51	2	pública concurren vestíbulo	86	3		0,55	104,8905	0,105	377,61	707,291	0,53 UTA
	Aseos f	27,63	24,66	3	pública concurren aseos planta	8	3		0,55	15,1965	0,015	54,71	101,106	0,54 ?
	Aseo minusválidos	4,88	3,95		pública concurren aseos planta	1			0,55	2,684	0,003	9,66	16,195	0,60 ?
	Cuarto limpieza	4,9	4,23	nula	cuarto limpieza				0,55	2,695	0,003	9,70	17,343	0,56 ?
	Contadores	4,6	3,93	nula	contadores									
	Total AULARIO	590,8	552,4			330				3052,97	3,053	10990,68		
			4,1	altura media	523,81								4,85	renovaciones/hora
		2264,84	m3											
A3	Estar público + Recep.	194,65	182,52	1	res. público salón uso múltiple	183	2	12,5	2281,5	2,282	8213,40	675,32	12,16 UTA 1	
	Sala instalaciones	22,23	20,02	nula	res. público sala máquinas	3			0,55	11,011	0,011	39,64	74,07	0,54 UTA 1
	Aseos 1	22,23	20,02	3	res. público aseos planta	7	3		0,55	11,011	0,011	39,64	54,05	0,73 UTA 1
	Aseos 2	22,23	20,02	3	res. público aseos planta	7	3		0,55	11,011	0,011	39,64	54,05	0,73 UTA 1
	Zona noche	180	172,42	5	res. público alojamiento	34	3	8		275,87	0,276	993,14	637,95	UTA 2
	Aseos + duchas 1	44,93	40,05	3	res. público aseos planta	13	3		0,55	24,7115	0,025	88,96	108,14	0,82 UTA 2
	Aseos + duchas 2	44,93	40,05	3	res. público aseos planta	13	3		0,55	24,7115	0,025	88,96	108,14	0,82 UTA 2
	Circulación	147,56	134,94	2	res. público vestíbulos gales.	67	3		0,55	81,158	0,081	292,17	499,28	0,59 UTA 2
	Total ALBERGUE	678,76	630,04			325				2720,99	2,721	9795,55		
			3,7	altura media	475,08								4,202	renovaciones/hora

## Selección de UTAS:

Las fases para seleccionar una UTA son las siguientes:

1 Demanda térmica del local, con el porcentaje de calor sensible y latente:

Se conocen mediante el cálculo de la carga térmica del local.

Se debe aplicar un coeficiente de seguridad en la selección del equipo de un 5 al 10% por encima, ya que el rendimiento del equipo puede bajar por las condiciones del mantenimiento (suciedad filtros, envejecimiento, etc.).

2 Caudal de ventilación del local, dependiendo de su ocupación.

El caudal de ventilación dependerá de la ocupación del local, y por lo tanto es preferible que pueda ajustarse automáticamente, o mediante un temporizador.

3 Valores de temperatura y humedades interiores y exteriores.

Dependerán del uso del local y su situación.

4 Niveles de confort a alcanzar: temperatura, humedad relativa, limpieza del aire.

Dependerán del nivel de calidad requerido en la instalación. Si se precisa controlar la humedad relativa con precisión, se incluirá un módulo de inyección de agua, y baterías de post-calentamiento. Si se precisa una gran pureza del aire impulsado, se incluirán módulos de filtros de bolsas o filtros electrostáticos.

5 Necesidad de recuperación del calor de extracción.

En grandes instalaciones es obligatorio recuperar las calorías del aire extraído, y cederlas al aire de ventilación introducido (en caudales de ventilación mayores de 4 m<sup>3</sup>/s). Aunque los recuperadores son equipos caros, cada día se van introduciendo más en las instalaciones comerciales.

6 Posibilidad de enfriamiento gratuito por funcionar en horario nocturno.

Debe preverse siempre en instalaciones con funcionamiento durante la tarde o noche.

7 Temperaturas de los circuitos de agua fría y caliente.

En general, pueden variar dependiendo de si la fuente de calor es una caldera o una bomba de calor.

8 Espacio disponible. Las climatizadoras son equipos muy voluminosos, y debe estudiarse cuidadosamente su ubicación, y el modo de trasportarlas y situarlas.

Tomando los datos de caudal necesario obtenidos para cada espacio, se realiza el cálculo de renovaciones/hora y caudal necesario de ventilación por cada local en el que irá inserta una Unidad de Tratamiento de Aire, y con él se procede a buscar un climatizador que responda al caudal requerido:

Aulas, 3513,00 m<sup>3</sup>/hora > COPROVEN SERIE BK 04 proporciona un caudal 3618,00 m<sup>3</sup>/hora

Se añade un tercio del espacio vestibular, puesto que desde cada una de las 3 UTAS se climatizará un tercio del mismo, correspondiendo a cada una un caudal añadido de 125,83 m<sup>3</sup>/hora, resultando un caudal total de 3638,87 m<sup>3</sup>/hora. En la UTA 1, se añadirá adem

Se utilizará por tanto, tres UTA Coproven serie BK 05, que proporciona un caudal 4336,00 m<sup>3</sup>/hora. Una por cada aula, ubicadas en techo técnico, con dos aperturas laterales. Debidamente aislado mediante lana acústica Isover y paneles de Pladur Fonic.

Para la impulsión en las aulas se utilizará un difusor lineal Shako Luftec DSX-XXL-P3-Z, apto para un rango de caudales 120 - 420 m<sup>3</sup>/h. La longitud del difusor es de 1m, con lo que colocamos 3 por cada módulo, en un total de 3 módulos, divididos por los tensores de la estructura. Con un total de 9 difusores, el caudal que impulsará cada uno es de 390 m<sup>3</sup>/h.

Se opta por tanto, por un difusor de 3 vías, que permite una difusión de 450 420 m<sup>3</sup>/h.ml.

Los difusores se unen a un plenum de conexión (con compuerta de regulación de caudal en la boca de conexión...etc, ver en catálogo), con 9 bocas de conexión, correspondientes a los difusores.

Para la impulsión al pasillo se utilizará el mismo sistema, difusor lineal Shako Luftec DSX-XXL-P3-Z, mediante una rejilla continua.

Ambas impusiones se realizarán desde la altura del techo técnico.

Para la recuperación, tanto en aula como en pasillo, se utilizan rejillas de ventilación IB 10, con lamas deflectoras verticales y orientables en la cara frontal, en ejecución de línea continua, apto para un rango de caudales de -. En conexión con plenum (-ASK) con boca de conexión lateral (-AS1). La recuperación en el aula se realizará desde la cota superior, con la rejilla ubicada en el falso techo. En el caso del vestíbulo, la recuperación se realiza desde el suelo, con el plenum conectado a dos tuberías verticales que llevan el flujo a la UTA.

## MUSEO

toda la pieza del museo se ventilará desde la misma UTA, ya que se considera que se utilizará en el mismo rango horario. Los aseos se consideran exteriores, y por ello no se calefactarán, sin embargo, sí que reciben aire primario, por lo que se tendrá en cuenta para determinar caudal total necesario. Se requiere una UTA que cubra un caudal de 17089,76 m<sup>3</sup>/hora. Se selecciona por tanto una UTA Coproven serie BK 19, que cubre un caudal de 19895 m<sup>3</sup>/hora.

## ALBERGUE

En la zona del albergue se utilizarán dos UTAs para climatizar la zona de noche, la potencia de aire primario que se requiere en esta zona, que incluye dormitorio, vestíbulo, aseos y baños, se dividirá en ambas:

UTA 1-dormitorio-vestíbulo-baños:750,76 m<sup>3</sup>/h

UTA 2 -dormitorio-vestíbulo-aseos: 820,58 m<sup>3</sup>/h, se utilizará una UTA Coproven BK 01, que proporciona un caudal de 1890 m<sup>3</sup>/hora

Con una UTA, proporcionaría un caudal suficiente para ventilar todo el espacio.



La zona pública del estar requiere 8213,40 m<sup>3</sup>/h, que se cubrirán con una UTA Coproven BK 08, que proporciona una 8424m<sup>3</sup>/h

Para evitar la transmisión de ruido por vibraciones a la estructura, todas las UTAs instaladas contarán con ventiladores silenciosos, así como un apoyo realizado a través de Silentblocks, tipo muelles simples de la serie M-25/125 de la casa Egaña.

## HS 4 : Suministro de aguas

### Objeto

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, más en concreto en este documento para satisfacer el requisito básico de suministro de agua.

### Ámbito de aplicación

Se aplica del mismo modo, conforme a lo establecido en el documento indicado, a los dos ámbitos que integran el proyecto.

### Caracterización y cuantificación de las exigencias

#### Calidad del agua

Se cuenta con una acometida de 40 metros columna de agua (400kPa) de la red general de abastecimientos (red mallada con ramificaciones en los extremos) que cumple con lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano.

#### Protección contra retornos

Se disponen sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en cada una de las siguientes situaciones:

- Después del contador general
- En la base de cada uno de los montantes ascendentes
- Antes de calderas, intercambiadores y paneles solares
- Antes de los aparatos de refrigeración y climatización

Antes de cada válvula antirretorno se dispondrá de un grifo de vaciado de modo que se permita vaciar cualquier tramo de la red.

#### Condiciones mínimas de suministro

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la Tabla 2.1 del documento básico.

Por lo tanto las necesidades que requiere el edificio del museo son las siguientes:

25.4 dm<sup>3</sup>/s de agua fría  
6.8 dm<sup>3</sup>/s de agua caliente sanitaria

Con los puntos de consumo siempre se respetará una presión mínima de 100kPa en los puntos de consumo (150 para fluxores y calentadores) y una presión máxima de 500kPa. Así mismo la temperatura del agua caliente sanitaria estará en estos puntos a una temperatura entre 50°C y 65°C.

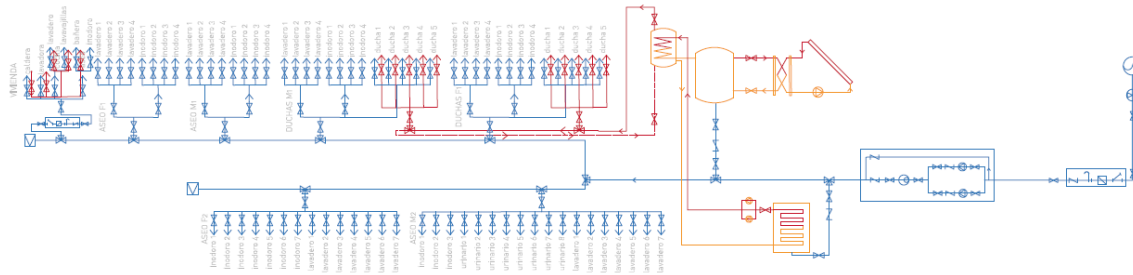
### Mantenimiento

Los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como grupo de presión, los sistemas de tratamiento de aguas o el contador, se instalan en locales de dimensiones adecuadas para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento.

Las redes de tuberías se diseñan para ser accesibles para su mantenimiento y reparación, en cajones de instalaciones y falsos techos registrables, así como arquetas y registros para los que no lo son.

### Diseño

## Esquema de principio



La instalación de fontanería es relativamente sencilla. Básicamente se debe abastecer una serie de aseos y duchas públicos para alumnos y profesores en la planta baja y otro núcleo de aseos menor en la planta primera. El oficio consta de un fregadero convencional y además los talleres y laboratorio están equipados con fregaderos de uso no doméstico.

Para satisfacer estas necesidades se opta por una instalación convencional de un grupo de presión formado por un depósito, un vaso de expansión y dos bombas. Como apoyo para el agua caliente sanitaria se disponen colectores solares, ubicados en la zona este del albergue, y una caldera de apoyo que funcionaría solo cuando el sistema de placas no fuera suficiente para calentar el agua a una temperatura de unos 60-80°C.

El circuito parte de una derivación de la acometida en la rivera y que encuentra el contador general en un armario registrable frente a la fachada oeste del edificio del museo en el que además se encuentra una llave de corte general, un filtro, un grifo de vaciado, una válvula antirretorno y una última llave de corte. Este agua fría se utiliza tanto para el llenado de los circuitos primarios de las placas solares y la caldera como para el circuito secundario de ambos aparatos y el suministro de agua corriente (tras pasar por el grupo de presión y las válvulas reguladoras que se precisan en algunos casos concretos).

Por otra parte, la producción de agua caliente, se efectúa en un depósito que almacena el agua que llega de la acometida y que conecta con las placas solares anteriormente mencionadas, calentando dicho agua según la incidencia de la luz solar en ellas. Si la temperatura alcanzada por el agua del depósito supera los 60°C se conduce directamente a las derivaciones, pero en caso de que la válvula de control detecte una temperatura inferior, el agua pasa a un depósito de apoyo que depende de la caldera la cual se encargaría de calentarla hasta una temperatura adecuada para su distribución y uso.

Las derivaciones y montantes discurrirían paralelas a las de agua fría y por encima de éstas en los tramos horizontales para evitar las pérdidas caloríficas y siempre a una distancia de 4 cm.

Además, este circuito es un circuito cerrado, por poseer una red de retorno que evita las pérdidas de calor y asegura el adecuado estado de su temperatura en todo el circuito y en los puntos de consumo cada vez que un usuario precisa su demanda. Este circuito posee un sistema de bombeo (dos bombas colocadas una en la dirección de distribución y otra en la de retorno) para conseguir que el agua siempre se encuentre en movimiento en su interior.

Toda la instalación de fontanería y agua caliente sanitaria se efectúa con tuberías de polietileno reticulado (PE-X), según Norma UNE EN ISO 15875:2004. Este material posee una amplia gama de diámetros disponibles y es de fácil colocación, siendo compatible para ambos usos.

## Cálculo necesidades caloríficas

Para efectuar el cálculo de las necesidades caloríficas de un espacio, deben determinarse las pérdidas de calor por transmisión en paredes, ventanas, suelo, techo, puertas y las pérdidas por infiltraciones de aire para cada uno de los locales que componen la vivienda. Además, deberán añadirse unos suplementos por orientación norte, intermitencia y por dos o más paredes al exterior.

Para predimensionar la potencia total necesaria de la caldera, se tomarán los datos de la casa TCA - Técnicas de Calefacción Avanzada.

	residencial	terciario
Potencia Refrigeración total	100W/m <sup>2</sup>	200W/m <sup>2</sup>
Potencia Refrigeración sensible	75W/m <sup>2</sup>	

En este caso se predimensionará la caldera y efriadora con los siguientes datos:  
Para calefacción, utilizamos un ratio aproximado de 100 W/m<sup>2</sup>

Para calefacción, utilizamos un ratio aproximado de 85 W/m<sup>2</sup>

El valor de la potencia para calefacción se toma considerando clima muy frío, y estancia bien aislada. El valor de la refrigeración se minorará del estándar 125 W/m<sup>2</sup>, ya que la ubicación del edificio (Navarra, zona D1) no implica una gran necesidad de refresco en la temporada estival. Esto, unido al posible uso esporádico del uso docente responden a la reducción de potencia predimensionada para refrigeración.

Para el cálculo de la potencia necesaria para ACS, tendremos en cuenta el número de personas simultáneas máximas en el espacio y la relación de aparatos sanitarios existentes que requieren de ACS.

La vivienda, cuenta con un sistema de ACS y calefacción independiente, y teniendo en cuenta que en la casa se pueden alojar hasta 3 personas y considerando unas necesidades de 30 litros/persona de ACS tal y como específica el CTE, necesitaremos calentar 90 litros de agua. En función del confort necesario para el usuario y fijando un tiempo de calentamiento del agua de 30 minutos con un salto térmico de 50° podemos calcular la potencia necesaria para ACS con la siguiente expresión,

$$P = m \cdot Cp \cdot (\Delta T)$$

Donde:

$P$ , es la potencia necesaria de la caldera (kcal/h)

$m$ , caudal masico del agua a calentar (kg/h) con densidad del agua 1 l/kg

$Cp$ , es el calor específico del agua. (1 kcal/kg·°C)

$\Delta T$ , el salto térmico del fluido (°C)

y el cálculo es el siguiente,

$$P = 90 \text{ kg} / 0,5 \text{ h} \cdot 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} (60^\circ\text{C}-10^\circ\text{C}) = 9000 \text{ kcal/h} \cdot 1 \text{ kWh}/860 \text{ kcal} = 10,47 \text{ kW}$$

Para esta misma vivienda, con una superficie útil a calefactar de 80,32m<sup>2</sup>, tomando el ratio anterior, 100W/m<sup>2</sup>, la potencia necesaria será 8,32 kW.

Así pues cuando tengamos que elegir la potencia de nuestra caldera elegiremos la potencia máxima necesaria, que en este caso viene dada por la necesidad de calefacción y para redondear escogeremos una caldera de 10 kW.

En concreto una caldera mural de condensación y eléctrica, CML 10 con potencia modulante de 3,3 a 10 kW.

Museo, aulas y albergue se climatizan utilizando una caldera común, e, igualmente, contarán con una caldera común, para ACS, ambos sistemas, por la diferencia de temperatura requerida serán independientes. Ya, que el ACS se impulsa a 60° y la calefacción, al ir a U.T.As y suelo radiante funciona a baja temperatura, con una impulsión a 45°.

Para el predimensionado de las necesidades de ACS, se tienen en cuenta los aparatos sanitarios instalados y su caudal instantáneo mínimo correspondiente, minorando por consumo simultáneo un 20%, ya que se consideran usos diferentes que no tienen coincidencia horaria. Sin embargo, este dato estaría fuera de la realidad puesto que supone unas necesidades que nunca sucederán a la vez y a más a más, la caldera cuenta con un depósito de inercia que almacena el agua precalentada solarmente. Se toma pues una caldera de 180 kW, de condensación por fases, para cubrir las necesidades de ACS y calefacción de todo el conjunto.

## HS 5 : E v a c u a c i ó n d e a g u a s

### Objeto

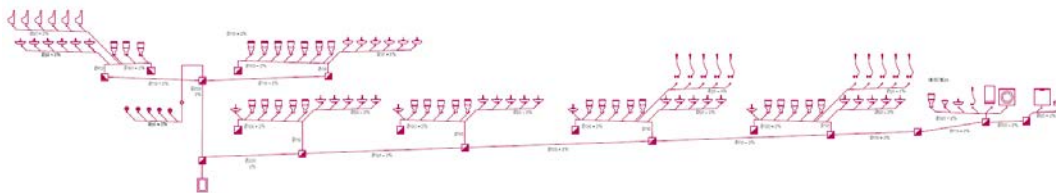
Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, más en concreto en este documento para satisfacer el requisito básico de evacuación de aguas residuales y pluviales.

### Ámbito y aplicación

Se aplica del mismo modo, conforme a lo establecido en el documento indicado, a los dos ámbitos que integran el proyecto (en planta primera el Edificio Museo y en planta baja el talud de Talleres y Duchas).

## Diseño

### Esquema de principio



Se ha diseñado una red de saneamiento separativa, ya que se dispone de una única red de alcantarillado público. El sistema separativo permite una mayor adaptabilidad a las posibles modificaciones de la red municipal y una mayor higiene en la evacuación de las aguas pluviales.

La red residual del edificio del museo y el albergue desemboca en una arqueta de trasdós antes de su salida a la red exterior para conectar después con el pozo de recogida del sistema urbano. Esta arqueta actúa como cierre hidráulico impidiendo la transmisión de gases y la salida de los mismos por los puntos de captación.

En cambio la red de saneamiento pluvial desemboca en el depósito de agua para riego ubicado en el albergue, de forma que el agua de la lluvia es aprovechada para el riego, previa fitodepuración.

La red de evacuación está constituida por los siguientes elementos:

Puntos de captación: locales húmedos donde se recogen las aguas residuales, sumideros en los cuartos de instalaciones y talleres, y colectores de aguas pluviales en las cubiertas inclinadas.

Red de pequeña evacuación: tuberías de tendido sensiblemente horizontal que recogen las aguas en los locales húmedos y las conducen hasta la red de evacuación vertical.

Red vertical de evacuación: conjunto de tuberías que transportan las aguas, residuales o pluviales, desde las derivaciones de desagüe de aguas residuales o desde canalones y sumideros hasta la red horizontal.

### Red de aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas que provienen de aseos, duchas, talleres, laboratorios y locales específicos. Los aseos públicos y privados constan de inodoros y lavamanos; los duchas constan de duchas y lavamanos; Cada elemento sanitario está dotado de sifón individual por cumplir la distancia permitida a la bajante según el CTE.

Se plantean un total de 10 bajantes de aguas residuales, que abarcan toda la longitud del edificio del museo y el albergue. Todas estas bajantes precisan únicamente de ventilación primaria (Justificación DB-HS 5), por ser un edificio de menos de siete plantas.

Organización de las bajantes residuales:

BR1: Desagüe Vivienda

BR2: Duchas f + aseos albergue + Desague UTA

BR3: Duchas m + aseos albergue

BR4: aseos m albergue

BR5: aseos f albergue + Desague UTA

BR6: Lavabos y desagües del almacén en la planta sótano y desagües de los cuartos de instalaciones en planta sótano.

BR7: aseos m albergue

BR8: aseos f albergue

Se opta por recoger el total de los vertidos residuales en un punto central del edificio museo para que las pendientes necesarias se adecuen a variación de altura del emplazamiento.

Colectores colgados bajo el zócalo:

CR1 recoge los vertidos de BR1 y BR2

CR2 recoge los vertidos de BR3, BR4, BR5, BR6 y BR7

## Cálculo y dimensiones de ramales y colectores de saneamiento

ud de desagüe				diam. min. sifón y derivación individ. mm.	Diámetro ramales colectores	Diam. colectores horizontales
Tipo aparato	Nº aparato	UDs				
<b>Aseo M.m</b>	<b>14</b>	<b>10,5</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	3	5	100		2%	2%
Urinario en batería	5	3,5	-			
Lavabo	6	2	40			
<b>Aseo M. f</b>	<b>13</b>	<b>7</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	7	5	100		2%	2%
Lavabo	6	2	4			
<b>Aseo M. minus.</b>	<b>2</b>	<b>7</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	1	5	100		2%	2%
Lavabo	1	2	4			
<b>Aseo A. I</b>	<b>10</b>	<b>7</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	5	5	100		2%	2%
Lavabo	5	2	4			
<b>Aseo A. II</b>	<b>10</b>	<b>7</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	5	5	100		2%	2%
Lavabo	5	2	4			
<b>Duchas A. I</b>	<b>15</b>	<b>10</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	5	5	100		2%	2%
Lavabo	5	2	4			
Ducha	5	3	50			
<b>Duchas A. II</b>	<b>15</b>	<b>10</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Inodoro con cisterna	5	5	100		2%	2%
Lavabo	5	2	4			
Ducha	5	3	50			
<b>Vivienda</b>		<b>16</b>			<b>110</b>	<b>110</b>
Cuarto de baño-cisterna		7	100		2%	2%
Fregadero		3	40			
Lavabajillas		3	40			
Lavadora		3	40			

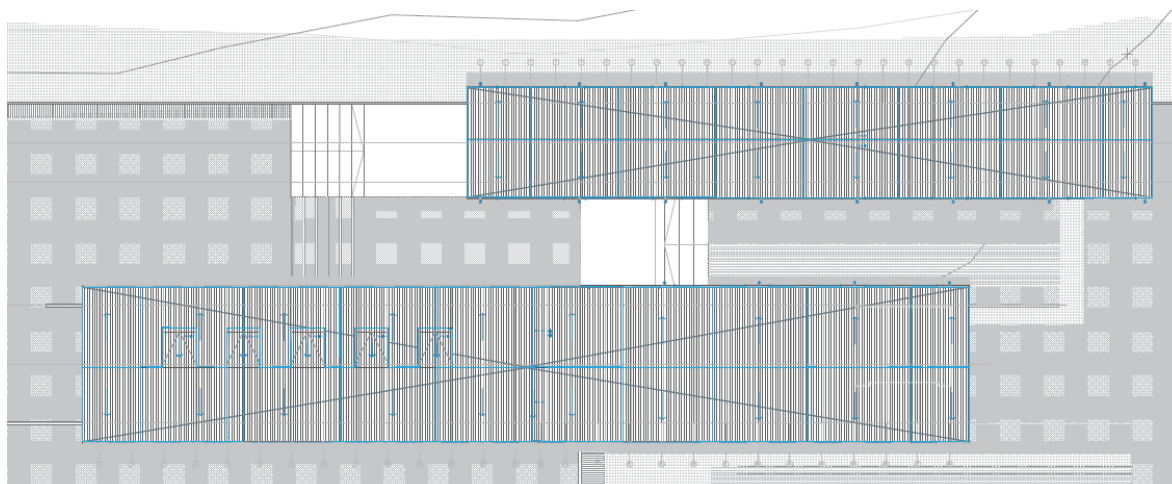
## Cálculo del caudal mínimo para ACS

Tipo aparato	Nº aparato	caudal min ACS dm3/s	Caudal total necesario dm3/s
<b>Aseo M.m</b>	<b>6</b>		
Lavabo	6	0,065	<b>0,39</b>
<b>Aseo M. f</b>	<b>6</b>		0,39
Lavabo	6	0,065	<b>0,39</b>
<b>Aseo M. minus.</b>	<b>1</b>		0,065
Lavabo	1	0,065	<b>0,065</b>
<b>Aseo A. I</b>	<b>5</b>		0,325
Lavabo	5	0,065	<b>0,325</b>
<b>Aseo A. II</b>	<b>5</b>		0,325
Lavabo	5	0,065	0,325
<b>Duchas A. I</b>	<b>10</b>		<b>0,825</b>
Lavabo	5	0,065	0,325
Ducha	5	0,1	0,5
<b>Duchas A. II</b>	<b>10</b>		<b>0,825</b>
Lavabo	5	0,065	0,325
Ducha	5	0,1	0,5

Total nec. ACS

2,82 L/s

## Red de aguas pluviales



Las cubiertas irregulares del edificio museo, de diversas pendientes, cuenta con 17 colectores lineales que evacúan al exterior. Se calcula que para

Organización de las bajantes pluviales:

Desde BP1 hasta BP14 pertenecen a la cubierta del edificio museo

Desde BP15 hasta BP27 pertenecen a la cubierta del albergue

La red de colectores se desarrolla colgada en la cámara de aire del forjado sanitario. Se opta por recoger el total de los vertidos pluviales en un punto central del edificio museo para que las pendientes necesarias se adecuen a la altura del forjado sanitario sin necesidad de enterrar la red.

Colectores colgados bajo el zócalo:

CP1 recoge los vertidos de BP1-BP9

CP2 recoge los vertidos de BP10-BP22

Los colectores de la cubierta son de chapa alvanizada, mientras que las bajantes son de polipropileno (PP), según las condiciones especificadas en la norma UNE EN 1852-1:1998. Para evitar ruidos molestos se utilizan tuberías de polipropileno en tres capas, ya que este material garantiza una evacuación insonorizada con óptimas características. Los accesorios serán también de polipropileno. Su fabricación se llevará a cabo teniendo en cuenta la Normativa Acústica. Las uniones se realizarán por medio de juntas elásticas, las cuales permiten absorber dilataciones. La sujeción de las tuberías se hará mediante abrazaderas que se adapten al diámetro de las tuberías y rodeen completamente la misma. Para reducir el ruido que producen las vibraciones es aconsejable usar un taco compuesto de una placa perforada con un elemento insonorizador redondo y un taco cuadrado de goma; de este modo se obtiene una abrazadera insonorizada. Cuando se coloquen horizontalmente la separación será diez veces el diámetro de la tubería y cuando se dispongan verticalmente la separación variará entre dos y tres metros, según el diámetro de la tubería. Se fijarán a elementos constructivos suficientemente resistentes.

Dimensionado

## Red de aguas pluviales

Como se ha mencionado anteriormente, en el edificio museo hay 14 colectores horizontales para evacuar la cubierta.

Por otra parte el albergue cuenta con un total de 5 colectores que recogen el agua de la cubierta inclinada.

Para obtener el diámetro nominal del canalón se precisa obtener primero la intensidad pluviométrica correspondiente a la ciudad de Eunate. Según el Anexo B de este documento básico, la intensidad pluviométrica se obtiene de la Tabla B.1 en función de la isoyeta y de la zona pluviométrica correspondiente que se determina mediante el mapa de la Figura B.1. Eunate se sitúa en la zona pluviométrica A e isoyeta 20, por lo que le corresponde una intensidad pluviométrica  $i = 65 \text{ mm/h}$ . Al ser distinta de  $100 \text{ mm/h}$  se debe aplicar un factor de corrección  $i/100$  a cada una de las superficies para obtener el diámetro del canalón de la

Tabla 4.7. Las superficies con las que se efectúa el cálculo son aquellas que se corresponde con el área en proyección horizontal que corresponde a cada canalón, según la bajante a la que vayan a desembocar sus aguas.

Los datos de dimensionado de los canalones pueden encontrarse en la tabla 4.7 de este documento básico.

Los datos de dimensionado de las bajantes pueden encontrarse en la tabla 4.8 de este documento básico. Para las mismas superficies efectivas se vuelve a aplicar el mismo factor indicado anteriormente.

Cubierta	Superficie	Sumideros Calc.	Sumideros Proy.	Diam. n. Canalón	% Canalón	Superf. servida (n	Diam.n.bajante	Diam.n.colector	%colector
Albergue	1172	7,813333333	30	100	2%	65	50	125	4%
Museo	2144	14,29333333	30	100	2%	65	50	125	4%

# PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

## Objeto

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de protección frente al ruido para satisfacer este requisito básico.

## Ámbito de aplicación

Este documento se aplica íntegramente al ámbito del edificio del museo.

## Procedimiento de verificación

Se debe justificar el cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo de los diferentes recintos del proyecto. Esta verificación se lleva a cabo con la adopción de las soluciones del apartado 3.1.2, opción simplificada. Se justifica también el cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del tiempo de reverberación y de absorción acústica, así como del apartado 3.3 de este documento, referido al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

## Caracterización y cuantificación de las exigencias

Se establece una clasificación de todos los espacios del proyecto atendiendo al grado de protección necesario:

- Recintos protegidos: Recintos habitables del edificio del museo, tales como: biblioteca, sala de estudio y aulas; despachos de administración; sala de catering y sala polivalente.
- Recintos habitables: Los mencionados en el apartado anterior junto con los aseos públicos, distribuidores, pasillos, yestíbulos.
- Recintos de instalaciones: Cuartos de UTAs y núcleo de cuartos de instalaciones ubicados en el extremoeste.

## Valores límite de aislamiento Aislamiento acústico a ruido aéreo

Recintos protegidos: En las unidades en las que se diferencian ámbitos diferentes, la separación entre ellos debe tener un índice global de reducción acústica,  $R_A$ , igual o mayor de 33dBA. La separación entre recintos protegidos y resto de recintos protegidos u otros usos distintos de instalaciones debe tener un aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , no inferior a 50dBA ya que no comparten puertas ni ventanas.

Los espacios propuestos que limitan con recintos de instalaciones (cuarto UTA 2 sala de estudio; UTA 7 catering; y UTA 8 administración) deben contar con una separación entre ambos que posea un aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , no inferior a 55dBA.

El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , de estos recintos con el exterior no será inferior, según la Tabla 2.1 y contando con un índice de ruido día,  $L_{q}$ , de 70-75dBA, 42dBA.

Recintos habitables: El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , entre estos recintos y los clasificados como no habitables no será menor a 45dBA. En el caso de los pasillos que limitan con este tipo de recintos y comparten puertas con ellos, su índice global de reducción acústica,  $R_A$ , no será menor que 20dBA, y el índice global del cerramiento no será menor que 50dBA.

## Ruido y vibración de las instalaciones

Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos cumplirá el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.



Zaragoza, Noviembre de 2017  
Los Técnicos autores del Proyecto

Arquitectos  
Fdo.: Miriam Solanas Laguna  
Luis Franco Lahoz

al.ANEJO

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

## a I . CALCULO ESTRUCTURA

Se incluyen los datos extraídos del programa Cypecad 3D, que recoge el cálculo de estructuras del albergue y el museo.

Se escogen los pórticos más representativos del museo, puesto que reviste la situación más desfavorable por su luz en forjado: 7,5m:

Pórtico de cierre

Pórtico con lucernario

Pórtico tipo



1.- GEOMETRÍA.....	2
1.1.- Nudos.....	2
1.2.- Barras.....	2
1.2.1.- Materiales utilizados.....	2
1.2.2.- Descripción.....	3
1.2.3.- Características mecánicas.....	3
1.2.4.- Tabla de medición.....	4
1.2.5.- Resumen de medición.....	4
1.2.6.- Medición de superficies.....	4
2.- CARGAS.....	5
2.1.- Barras.....	5
3.- RESULTADOS.....	7
3.1.- Barras.....	7
3.1.1.- Esfuerzos.....	7
3.1.2.- Resistencia.....	112
3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	113
3.1.4.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	316



## 1.- GEOMETRÍA

### 1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
-

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N4	4.000	0.000	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	4.000	15.000	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	4.000	7.500	8.650	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N91	4.000	7.500	5.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado

## 2.- Barras

### 2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Madera	GL28h	12600.00	-	780.00	-	0.000005	4.81
	GL36h	14700.00	-	910.00	-	0.000005	5.30

Notación:  
E: Módulo de elasticidad  
n: Módulo de Poisson  
G: Módulo de cortadura  
 $f_y$ : Límite elástico  
 $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación  
g: Peso específico



## 1.2.2.- Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N4/N91	N4/N5	R 40 (R)	7.500	0.00	0.00	-	-
		N91/N5	N4/N5	R 40 (R)	7.500	0.00	0.00	-	-
		N91/N6	N91/N6	R 20 (R)	3.150	0.00	0.00	-	-
Madera	GL28h	N4/N6	N4/N6	GL-300x220 (Laminada b220)	8.135	0.12	1.13	1.000	8.135
		N5/N6	N5/N6	GL-300x220 (Laminada b220)	8.135	1.00	1.00	-	-
		N807/N4	N117/N4	GL-280x220 (Laminada b220)	3.300	0.18	1.24	3.300	1.000
		N779/N5	N118/N5	GL-280x220 (Laminada b220)	3.300	0.18	1.24	1.000	3.300
		N701/N4	N701/N4	GL-280x220 (Laminada b220)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N727/N5	N727/N5	GL-280x220 (Laminada b220)	2.000	1.00	1.00	-	-
	GL36h	N441/N171	N117/N171	GL-680x260 (Laminada b260)	0.750	1.00	10.00	-	-
		N545/N571	N171/N118	GL-680x260 (Laminada b260)	0.750	1.00	10.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb <sub>Sup.</sub> : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb <sub>Inf.</sub> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

Producido por una versión educativa de CYPE

## 1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N4/N5
2	N91/N6
3	N4/N6 y N5/N6
4	N117/N4, N118/N5, N701/N4 y N727/N5
5	N117/N171 y N171/N118

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	R 40, (R)	12.57	11.31	11.31	12.57	12.57	25.13
		2	R 20, (R)	3.14	2.83	2.83	0.79	0.79	1.57



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Madera	GL28h	3	GL-300x220, (Laminada b220)	660.00	550.00	550.00	49500.00	26620.00	58254.24
		4	GL-280x220, (Laminada b220)	616.00	513.33	513.33	40245.33	24845.33	51660.22
	GL36h	5	GL-680x260, (Laminada b260)	1768.00	1473.33	1473.33	681269.33	99597.33	298700.06

Notación:  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

## 1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N4/N5	R 40 (R)	15.000	0.019	147.97
		N91/N6	R 20 (R)	3.150	0.001	7.77
Madera	GL28h	N4/N6	GL-300x220 (Laminada b220)	8.135	0.537	263.07
		N5/N6	GL-300x220 (Laminada b220)	8.135	0.537	263.07
		N117/N4	GL-280x220 (Laminada b220)	3.500	0.216	105.64
		N118/N5	GL-280x220 (Laminada b220)	3.500	0.216	105.64
		N701/N4	GL-280x220 (Laminada b220)	2.000	0.123	60.37
		N727/N5	GL-280x220 (Laminada b220)	2.000	0.123	60.37
	GL36h	N117/N171	GL-680x260 (Laminada b260)	7.500	1.326	716.04
		N171/N118	GL-680x260 (Laminada b260)	7.500	1.326	716.04

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

## 1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	R	R 40	15.000	18.150	18.150	0.019	0.020	147.97	155.74		
			R 20	3.150			0.001		7.77			
Madera	GL28h	Laminada b220	GL-300x220	16.269	27.269	27.269	1.074	1.751	526.15	858.17	858.17	
			GL-280x220	11.000			0.678		332.02			
			GL-680x260	15.000			2.652		1432.08			
	GL36h	Laminada b260			15.000		2.652		1432.08		1432.08	
					42.269		4.403		2290.25			

## 1.2.6.- Medición de superficies





Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
R	R 40	0.126	15.000	1.885
	R 20	0.063	3.150	0.198
Total				2.083

Madera: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Laminada b220	GL-300x220	1.040	16.269	16.920
	GL-280x220	1.000	11.000	11.000
Laminada b260	GL-680x260	1.880	15.000	28.200
Total				56.120

## 2.- CARGAS

### 1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N4/N6	Peso propio	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Peso propio	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Q	Uniforme	1.600	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	V(0°) H1	Faja	1.403	-	0.001	8.135	Globales	0.000	-0.387	0.922
N4/N6	V(0°) H2	Faja	1.718	-	0.001	8.135	Globales	-0.000	0.387	-0.922
N4/N6	V(90°) H1	Faja	0.476	-	0.000	2.068	Globales	-0.000	-0.387	0.922
N4/N6	V(90°) H1	Faja	0.476	-	2.068	8.135	Globales	0.000	-0.387	0.922



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N4/N6	V(90°) H1	Uniforme	6.237	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N4/N6	V(90°) H1	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N4/N6	V(180°) H1	Faja	4.188	-	6.259	8.135	Globales	0.000	-0.387	0.922
N4/N6	V(180°) H1	Faja	2.262	-	0.000	6.259	Globales	0.000	-0.387	0.922
N4/N6	V(270°) H1	Uniforme	2.828	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N4/N6	N(EI)	Uniforme	2.360	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	N(R) 1	Uniforme	1.180	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	N(R) 2	Uniforme	2.360	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.317	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Q	Uniforme	1.600	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	V(0°) H1	Faja	4.188	-	6.259	8.135	Globales	0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(0°) H1	Faja	2.262	-	0.000	6.259	Globales	-0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(90°) H1	Faja	0.476	-	0.000	2.068	Globales	-0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(90°) H1	Faja	0.476	-	2.068	8.135	Globales	0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(90°) H1	Uniforme	6.237	-	-	-	Globales	0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(90°) H1	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	-0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(180°) H1	Faja	1.403	-	0.250	8.135	Globales	0.000	0.387	0.922
N5/N6	V(180°) H2	Faja	1.718	-	0.250	8.135	Globales	-0.000	-0.387	-0.922
N5/N6	V(270°) H1	Uniforme	2.828	-	-	-	Globales	0.000	0.387	0.922
N5/N6	N(EI)	Uniforme	2.360	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	N(R) 1	Uniforme	2.360	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	N(R) 2	Uniforme	1.180	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N91	Peso propio	Uniforme	0.097	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N91/N5	Peso propio	Uniforme	0.097	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N91/N6	Peso propio	Uniforme	0.024	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N807/N4	Peso propio	Uniforme	0.296	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N807/N4	Peso propio	Uniforme	1.555	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N807/N4	V(0°) H1	Uniforme	4.205	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N807/N4	V(0°) H2	Uniforme	4.205	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N807/N4	V(90°) H1	Uniforme	1.909	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	-0.000
N807/N4	V(90°) H1	Uniforme	3.252	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N807/N4	V(180°) H1	Uniforme	2.189	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N807/N4	V(180°) H2	Uniforme	2.189	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N807/N4	V(270°) H1	Uniforme	2.828	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N779/N5	Peso propio	Uniforme	0.296	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N779/N5	Peso propio	Uniforme	1.555	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N779/N5	V(0°) H1	Uniforme	2.189	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N779/N5	V(0°) H2	Uniforme	2.189	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N779/N5	V(90°) H1	Uniforme	1.909	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	0.000
N779/N5	V(90°) H1	Uniforme	3.252	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	0.000
N779/N5	V(180°) H1	Uniforme	4.205	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N779/N5	V(180°) H2	Uniforme	4.205	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N779/N5	V(270°) H1	Uniforme	2.828	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N441/N171	Peso propio	Uniforme	0.937	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N545/N571	Peso propio	Uniforme	0.937	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N701/N4	Peso propio	Uniforme	0.296	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N701/N4	Peso propio	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N701/N4	Q	Uniforme	1.600	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N701/N4	V(0°) H1	Faja	2.263	-	0.000	1.877	Globales	-0.000	-0.387	0.922
N701/N4	V(0°) H1	Faja	1.538	-	0.000	1.877	Globales	0.000	-0.387	0.922
N701/N4	V(0°) H2	Faja	1.502	-	0.000	1.877	Globales	0.000	0.387	-0.922
N701/N4	V(0°) H2	Faja	1.097	-	0.000	1.877	Globales	-0.000	0.387	-0.922
N701/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.476	-	-	-	Globales	-0.000	-0.387	0.922
N701/N4	V(90°) H1	Uniforme	6.237	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N701/N4	V(90°) H1	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N701/N4	V(180°) H1	Uniforme	2.262	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N701/N4	V(270°) H1	Uniforme	2.828	-	-	-	Globales	0.000	-0.387	0.922
N727/N5	Peso propio	Uniforme	0.296	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N727/N5	Peso propio	Uniforme	1.945	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N727/N5	Q	Uniforme	1.600	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N727/N5	V(0°) H1	Uniforme	2.262	-	-	-	Globales	-0.000	0.387	0.922
N727/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.476	-	-	-	Globales	-0.000	0.387	0.922
N727/N5	V(90°) H1	Uniforme	6.237	-	-	-	Globales	0.000	0.387	0.922
N727/N5	V(90°) H1	Uniforme	0.053	-	-	-	Globales	-0.000	0.387	0.922
N727/N5	V(180°) H1	Faja	2.263	-	0.001	1.878	Globales	-0.000	0.387	0.922
N727/N5	V(180°) H1	Faja	1.538	-	0.001	1.878	Globales	-0.000	0.387	0.922
N727/N5	V(180°) H2	Faja	1.502	-	0.001	1.878	Globales	0.000	-0.387	-0.922
N727/N5	V(180°) H2	Faja	1.097	-	0.001	1.878	Globales	0.000	-0.387	-0.922
N727/N5	V(270°) H1	Uniforme	2.828	-	-	-	Globales	0.000	0.387	0.922

Reducido por una versión educativa de CYPE

## - RESULTADOS

### 3.1.- Barras

#### 3.1.1.- Esfuerzos

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)

#### 3.1.1.1.- Hipótesis

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	2.034 m	2.847 m	4.067 m	5.288 m	6.101 m	7.321 m	8.135 m
N4/N6	Peso propio	N	-29.100	-28.387	-27.318	-26.606	-25.537	-24.468	-23.755	-22.686	-21.973
		Vy	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
		Vz	-8.341	-6.644	-4.099	-2.402	0.143	2.688	4.385	6.930	8.627
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My	-10.32	-4.22	2.33	4.98	6.35	4.63	1.75	-5.15	-11.48
		Mz	-0.16	-0.13	-0.10	-0.08	-0.05	-0.02	0.00	0.03	0.06
Q	N	-19.617	-19.113	-18.357	-17.853	-17.097	-16.341	-15.837	-15.081	-14.577	



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.813 m	2.034 m	2.847 m	4.067 m	5.288 m	6.101 m	7.321 m	8.135 m	
		Vy	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018
		Vz	-5.853	-4.653	-2.853	-1.653	0.147	1.947	3.147	4.947	6.147	6.147
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My	-7.07	-2.79	1.79	3.62	4.54	3.26	1.19	-3.75	-8.26	-8.26
		Mz	-0.10	-0.09	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.00	0.02	0.02	0.04
	V(0°) H1	N	23.261	23.261	23.261	23.261	23.261	23.261	23.261	23.261	23.262	23.262
		Vy	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156
		Vz	5.801	4.659	2.947	1.806	0.094	-1.619	-2.760	-4.472	-5.614	-5.614
		Mt	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18
		My	11.47	7.21	2.57	0.64	-0.52	0.41	2.19	6.60	10.71	10.71
	V(0°) H2	N	-7.296	-7.296	-7.296	-7.296	-7.296	-7.296	-7.296	-7.296	-7.297	-7.297
		Vy	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
		Vz	-6.879	-5.481	-3.385	-1.988	0.109	2.205	3.602	5.698	7.096	7.096
		Mt	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
		My	-4.47	0.55	5.96	8.15	9.29	7.88	5.52	-0.15	-5.36	-5.36
	V(90°) H1	N	52.982	52.982	52.982	52.982	52.982	52.982	52.982	52.982	52.982	52.982
		Vy	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
		Vz	26.682	21.179	12.924	7.421	-0.834	-9.089	-14.592	-22.847	-28.350	-28.350
		Mt	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		My	32.22	12.75	-8.05	-16.33	-20.35	-14.29	-4.66	18.18	39.00	39.00
	V(180°) H1	N	20.287	20.287	20.287	20.287	20.287	20.287	20.287	20.287	20.287	20.287
		Vy	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148
		Vz	9.330	7.489	4.729	2.889	0.129	-2.632	-4.472	-9.279	-12.686	-12.686
		Mt	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19
		My	8.36	1.52	-5.93	-9.03	-10.87	-9.35	-6.46	1.77	10.70	10.70
	V(180°) H2	N	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164	-10.164
		Vy	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
		Vz	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245
		Mt	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16
		My	-3.35	-3.55	-3.85	-4.05	-4.35	-4.65	-4.84	-5.14	-5.34	-5.34
	V(270°) H1	N	27.825	27.825	27.825	27.825	27.825	27.825	27.825	27.825	27.825	27.825
		Vy	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
		Vz	11.322	9.021	5.571	3.271	-0.179	-3.630	-5.930	-9.380	-11.681	-11.681
		Mt	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		My	14.25	5.98	-2.92	-6.52	-8.41	-6.08	-2.19	7.15	15.71	15.71
	N(EI)	N	-29.631	-28.887	-27.772	-27.029	-25.913	-24.798	-24.055	-22.939	-22.196	-22.196
		Vy	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
		Vz	-8.345	-6.574	-3.919	-2.149	0.506	3.162	4.932	7.587	9.357	9.357
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My	-8.84	-2.77	3.63	6.10	7.10	4.86	1.57	-6.07	-12.96	-12.96
	N(R) 1	N	-21.227	-20.856	-20.298	-19.926	-19.369	-18.811	-18.439	-17.882	-17.510	-17.510
		Vy	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022	-0.022
		Vz	-3.742	-2.857	-1.529	-0.644	0.684	2.011	2.896	4.224	5.109	5.109
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My	-4.16	-1.47	1.20	2.09	2.06	0.42	-1.58	-5.92	-9.72	-9.72
	N(R) 2	N	-24.000	-23.257	-22.141	-21.398	-20.283	-19.168	-18.424	-17.309	-16.565	-16.565
		Vy	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018	-0.018
		Vz	-8.775	-7.005	-4.350	-2.579	0.076	2.731	4.501	7.157	8.927	8.927

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	2.034 m	2.847 m	4.067 m	5.288 m	6.101 m	7.321 m	8.135 m
		Mt	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		My	-9.10	-2.69	4.24	7.06	8.59	6.88	3.93	-3.18	-9.72
		Mz	-0.10	-0.09	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	0.01	0.03	0.04

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.813 m	2.034 m	2.847 m	4.067 m	5.288 m	6.101 m	7.321 m	8.135 m
N5/N6	Peso propio	N	-29.102	-28.390	-27.321	-26.608	-25.539	-24.470	-23.757	-22.688	-21.976
		Vy	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
		Vz	-8.342	-6.645	-4.100	-2.403	0.142	2.688	4.384	6.930	8.626
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-10.32	-4.23	2.33	4.97	6.35	4.63	1.75	-5.15	-11.48
		Mz	0.15	0.13	0.10	0.08	0.05	0.02	0.00	-0.03	-0.06
	Q	N	-19.618	-19.114	-18.358	-17.854	-17.098	-16.342	-15.838	-15.082	-14.578
		Vy	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		Vz	-5.854	-4.654	-2.854	-1.654	0.146	1.946	3.146	4.946	6.146
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-7.07	-2.79	1.79	3.62	4.54	3.26	1.19	-3.75	-8.26
		Mz	0.10	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	-0.02	-0.04
	V(0°) H1	N	20.295	20.295	20.295	20.295	20.295	20.295	20.295	20.295	20.295
		Vy	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150
		Vz	9.334	7.494	4.734	2.894	0.134	-2.627	-4.467	-9.274	-12.681
		Mt	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
		My	8.41	1.56	-5.90	-9.00	-10.85	-9.33	-6.44	1.78	10.71
		Mz	-0.79	-0.66	-0.48	-0.36	-0.18	0.01	0.13	0.31	0.43
	V(0°) H2	N	-10.174	-10.174	-10.174	-10.174	-10.174	-10.174	-10.174	-10.174	-10.174
		Vy	-0.117	-0.117	-0.117	-0.117	-0.117	-0.117	-0.117	-0.117	-0.117
		Vz	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242
		Mt	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		My	-3.39	-3.58	-3.88	-4.08	-4.37	-4.66	-4.86	-5.16	-5.35
		Mz	-0.58	-0.48	-0.34	-0.24	-0.10	0.04	0.14	0.28	0.37
V(90°) H1	N	53.074	53.074	53.074	53.074	53.074	53.074	53.074	53.074	53.074	
	Vy	-0.046	-0.046	-0.046	-0.046	-0.046	-0.046	-0.046	-0.046	-0.046	
	Vz	26.691	21.187	12.933	7.429	-0.825	-9.080	-14.583	-22.838	-28.341	
	Mt	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	
	My	32.29	12.82	-8.00	-16.28	-20.31	-14.27	-4.64	18.19	39.00	
	Mz	-0.50	-0.46	-0.40	-0.37	-0.31	-0.25	-0.22	-0.16	-0.12	
V(180°) H1	N	23.260	23.260	23.260	23.260	23.260	23.260	23.260	23.260	23.260	
	Vy	-0.165	-0.165	-0.165	-0.165	-0.165	-0.165	-0.165	-0.165	-0.165	
	Vz	5.459	4.668	2.956	1.814	0.102	-1.610	-2.751	-4.464	-5.605	
	Mt	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	
	My	11.49	7.27	2.62	0.68	-0.49	0.43	2.20	6.61	10.70	
	Mz	-0.90	-0.77	-0.57	-0.44	-0.23	-0.03	0.10	0.30	0.44	
V(180°) H2	N	-7.292	-7.292	-7.292	-7.292	-7.292	-7.292	-7.292	-7.292	-7.292	
	Vy	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	-0.141	
	Vz	-6.459	-5.490	-3.394	-1.997	0.099	2.196	3.593	5.689	7.087	
	Mt	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	
	My	-4.49	0.50	5.92	8.11	9.27	7.87	5.51	-0.15	-5.35	
	Mz	-0.77	-0.66	-0.48	-0.37	-0.20	-0.02	0.09	0.26	0.38	
V(270°) H1	N	27.820	27.820	27.820	27.820	27.820	27.820	27.820	27.820	27.820	
	Vy	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	
	Vz	11.311	9.011	5.560	3.260	-0.190	-3.640	-5.941	-9.391	-11.691	
	Mt	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	My	14.17	5.90	-2.99	-6.58	-8.45	-6.11	-2.21	7.14	15.71	
	Mz	0.45	0.41	0.36	0.32	0.27	0.21	0.18	0.12	0.08	
N(EI)	N	-29.632	-28.889	-27.774	-27.030	-25.915	-24.800	-24.056	-22.941	-22.198	

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.813 m	2.034 m	2.847 m	4.067 m	5.288 m	6.101 m	7.321 m	8.135 m	
		Vy	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
		Vz	-8.345	-6.575	-3.919	-2.149	0.506	3.161	4.932	7.587	9.357	
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-8.84	-2.78	3.63	6.10	7.10	4.86	1.57	-6.07	-12.96	
		Mz	0.15	0.13	0.10	0.08	0.05	0.02	-0.01	-0.04	-0.06	
	N(R) 1	N	-24.003	-23.260	-22.144	-21.401	-20.286	-19.171	-18.427	-17.312	-16.568	
		Vy	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		Vz	-8.775	-7.005	-4.350	-2.580	0.076	2.731	4.501	7.157	8.927	
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-9.11	-2.69	4.24	7.06	8.59	6.87	3.93	-3.18	-9.72	
	N(R) 2	N	-21.227	-20.856	-20.298	-19.926	-19.369	-18.811	-18.439	-17.882	-17.510	
		Vy	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
		Vz	-3.742	-2.857	-1.529	-0.644	0.683	2.011	2.896	4.224	5.109	
		Mt	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		My	-4.16	-1.48	1.20	2.08	2.06	0.42	-1.58	-5.92	-9.72	
		Mz	0.13	0.11	0.09	0.07	0.04	0.02	0.00	-0.03	-0.04	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N4/N91	Peso propio	N	21.183	21.183	21.183	21.183	21.183	21.183	21.183	21.183	21.183	21.183
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.273	-0.182	-0.091	0.000	0.090	0.181	0.272	0.362	0.453	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.21	0.34	0.38	0.34	0.21	0.00	-0.30	-0.68	
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Q	N	14.023	14.023	14.023	14.023	14.023	14.023	14.023	14.023	14.023	14.023
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H1	N	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346	-29.346
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(0°) H2	N	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011	-11.011
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	V(90°) H1	N	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769	-18.769
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mt		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
My		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mz		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
V(180°) H1	N	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	-29.401	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	My	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.394 m	0.788 m	1.181 m	1.575 m	1.969 m	2.363 m	2.756 m	3.150 m	
N91/N6	Acero laminado	N <sub>min</sub>	0.725	0.733	0.740	0.748	0.756	0.763	0.771	0.778	0.786	
		N <sub>máx</sub>	1.225	1.238	1.251	1.264	1.277	1.290	1.302	1.315	1.328	
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
		Mz <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m	
N807/N4	Madera	N <sub>min</sub>	-79.052	-78.021	-76.990	-75.959	-74.928	-73.897	-72.866	-71.835	-70.804	
		N <sub>máx</sub>	49.146	49.757	50.368	50.979	51.590	52.201	52.812	53.423	54.034	
		Vy <sub>min</sub>	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378	-0.378
		Vy <sub>máx</sub>	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470	0.470
		Vz <sub>min</sub>	-16.982	-15.628	-14.273	-12.918	-11.954	-11.141	-10.328	-9.820	-11.381	
		Vz <sub>máx</sub>	15.691	13.089	10.487	7.885	7.092	10.286	13.479	16.672	19.865	
		Mt <sub>min</sub>	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18
		Mt <sub>máx</sub>	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
		My <sub>min</sub>	-20.26	-13.58	-7.89	-3.30	-1.77	-4.12	-9.02	-15.24	-22.77	
		My <sub>máx</sub>	15.90	10.21	6.36	5.02	6.95	11.14	15.41	19.35	22.95	
		Mz <sub>min</sub>	-1.12	-0.97	-0.81	-0.65	-0.51	-0.40	-0.44	-0.47	-0.52	
		Mz <sub>máx</sub>	1.64	1.44	1.25	1.06	0.87	0.69	0.51	0.33	0.16	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.412 m	0.825 m	1.237 m	1.650 m	2.063 m	2.475 m	2.887 m	3.300 m	
N779/N5	Madera	N <sub>min</sub>	-78.694	-77.663	-76.632	-75.601	-74.570	-73.539	-72.508	-71.477	-70.446	
		N <sub>máx</sub>	47.483	48.094	48.705	49.316	49.927	50.538	51.149	51.760	52.371	
		Vy <sub>min</sub>	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510	-0.510
		Vy <sub>máx</sub>	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563	0.563
		Vz <sub>min</sub>	-15.735	-13.133	-10.531	-7.929	-7.190	-10.384	-13.577	-16.770	-19.963	
		Vz <sub>máx</sub>	17.028	15.674	14.319	12.964	11.986	11.173	10.360	9.846	11.407	
		Mt <sub>min</sub>	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15	-0.15
		Mt <sub>máx</sub>	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
		My <sub>min</sub>	-16.00	-10.13	-6.30	-4.98	-6.94	-11.14	-15.42	-19.37	-22.99	
		My <sub>máx</sub>	20.36	13.65	7.95	3.26	1.74	4.12	9.06	15.32	22.90	
		Mz <sub>min</sub>	-1.50	-1.29	-1.07	-0.87	-0.67	-0.47	-0.43	-0.47	-0.52	
		Mz <sub>máx</sub>	1.90	1.67	1.44	1.21	0.99	0.77	0.55	0.33	0.19	

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
N441/N171	Madera	N <sub>min</sub>	-25.102	-25.102	-25.102	-25.102	-25.102
		N <sub>máx</sub>	28.139	28.139	28.139	28.139	28.139
		Vy <sub>min</sub>	-5.073	-5.073	-5.073	-5.073	-5.073
		Vy <sub>máx</sub>	6.322	6.322	6.322	6.322	6.322
		Vz <sub>min</sub>	31.480	31.621	31.761	31.902	32.042
		Vz <sub>máx</sub>	134.211	134.448	134.685	134.922	135.159
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
		$M_{y_{\min}}$	-110.01	-135.20	-160.43	-185.70	-211.02
		$M_{y_{\max}}$	-10.84	-16.75	-22.70	-28.67	-34.66
		$M_{z_{\min}}$	-3.83	-5.02	-6.20	-7.39	-8.57
		$M_{z_{\max}}$	2.89	3.85	4.80	5.75	6.70

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.188 m	0.375 m	0.563 m	0.750 m
N545/N571	Madera	$N_{\min}$	-25.213	-25.213	-25.213	-25.213	-25.213
		$N_{\max}$	28.269	28.269	28.269	28.269	28.269
		$V_{y_{\min}}$	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545	-0.545
		$V_{y_{\max}}$	0.460	0.460	0.460	0.460	0.460
		$V_{z_{\min}}$	-40.449	-40.212	-39.974	-39.737	-39.500
		$V_{z_{\max}}$	-7.903	-7.763	-7.622	-7.482	-7.341
		$M_{t_{\min}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{t_{\max}}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		$M_{y_{\min}}$	10.40	12.84	15.24	17.62	19.98
		$M_{y_{\max}}$	86.49	94.05	101.57	109.04	116.47
		$M_{z_{\min}}$	-1.30	-1.19	-1.09	-0.99	-0.89
		$M_{z_{\max}}$	1.83	1.74	1.66	1.58	1.49

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N701/N4	Madera	$N_{\min}$	-0.272	-0.133	0.006	0.283	0.422	0.561	0.839	0.978	1.117
		$N_{\max}$	0.801	1.036	1.270	1.892	2.312	2.732	3.573	3.993	4.413
		$V_{y_{\min}}$	-0.943	-0.943	-0.943	-0.943	-0.943	-0.943	-0.943	-0.943	-0.943
		$V_{y_{\max}}$	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932	0.932
		$V_{z_{\min}}$	-0.143	-1.842	-3.540	-6.938	-8.637	-10.336	-13.734	-15.433	-17.132
		$V_{z_{\max}}$	1.043	2.089	3.426	6.101	7.438	8.776	11.451	12.788	13.644
		$M_{t_{\min}}$	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27
		$M_{t_{\max}}$	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
		$M_{y_{\min}}$	-0.03	-0.29	-0.84	-2.74	-4.10	-5.72	-9.76	-12.19	-14.85
		$M_{y_{\max}}$	0.03	0.22	0.76	2.86	4.42	6.31	11.13	14.04	17.30
		$M_{z_{\min}}$	-1.35	-1.16	-0.98	-0.63	-0.45	-0.33	-0.49	-0.67	-0.85
		$M_{z_{\max}}$	2.07	1.90	1.75	1.44	1.30	1.21	1.04	0.96	0.87

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.200 m	0.400 m	0.800 m	1.000 m	1.200 m	1.600 m	1.800 m	2.000 m
N727/N5	Madera	$N_{\min}$	-0.264	-0.125	0.014	0.292	0.430	0.569	0.847	0.986	1.125
		$N_{\max}$	0.807	1.042	1.276	1.891	2.311	2.731	3.572	3.992	4.412
		$V_{y_{\min}}$	-1.091	-1.091	-1.091	-1.091	-1.091	-1.091	-1.091	-1.091	-1.091
		$V_{y_{\max}}$	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117	1.117
		$V_{z_{\min}}$	-0.131	-1.830	-3.529	-6.927	-8.626	-10.325	-13.723	-15.421	-17.120
		$V_{z_{\max}}$	1.046	2.089	3.426	6.101	7.438	8.776	11.450	12.788	13.648
		$M_{t_{\min}}$	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26
		$M_{t_{\max}}$	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
		$M_{y_{\min}}$	-0.03	-0.29	-0.84	-2.74	-4.10	-5.72	-9.76	-12.19	-14.85
		$M_{y_{\max}}$	0.03	0.22	0.76	2.85	4.40	6.30	11.11	14.02	17.28
		$M_{z_{\min}}$	-2.10	-1.93	-1.77	-1.45	-1.30	-1.22	-1.06	-0.99	-0.96
		$M_{z_{\max}}$	1.48	1.25	1.04	0.62	0.40	0.30	0.63	0.84	1.05

Producido por una versión educativa de CYPE





## 3.1.2.- Resistencia

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  $\eta \leq 100\%$ .

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente

Perfiles de acero										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N4/N91	52.46	7.500	59.146	0.000	0.612	0.00	-0.91	0.00	G	Cumple
N91/N5	52.46	0.000	59.146	0.000	-0.612	0.00	-0.91	0.00	G	Cumple
N91/N6	4.25	3.150	1.327	0.000	0.002	0.00	-0.01	0.00	GV	Cumple

Perfiles de madera										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N4/N6	75.71	8.135	61.963	0.020	-35.623	0.10	49.32	0.23	GV	Cumple
N5/N6	75.72	8.135	62.097	-0.048	-35.611	-0.10	49.32	-0.23	GV	Cumple
N807/N4	43.22	3.300	-59.492	0.124	-8.117	-0.01	20.33	-0.14	G	Cumple
N779/N5	43.21	3.300	-59.417	0.114	8.124	0.02	-20.34	-0.13	G	Cumple
N441/N171	71.08	0.750	10.733	-0.108	135.159	0.00	-211.02	0.11	G	Cumple
N545/N571	29.26	0.750	10.738	-0.015	-39.500	0.00	116.47	-0.02	G	Cumple
N701/N4	28.67	2.000	1.377	-0.943	-17.132	0.03	17.30	0.61	GV	Cumple
N727/N5	28.94	2.000	1.394	1.117	-17.120	-0.06	17.28	-0.83	GV	Cumple

Comprobación de resistencia en situación de incendio

Perfiles de madera												
R. req. <sup>(1)</sup> : R30												
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	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 madera <sup>(3)</sup>	
N4/N6	35.34	8.135	-27.140	0.034	8.749	-0.06	-14.15	-0.13	GV	10	X	Cumple
N5/N6	38.37	0.000	-35.029	0.031	-10.011	-0.03	-12.09	0.18	G	10	X	Cumple



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Perfiles de madera												
R. req. <sup>(1)</sup> : R30												
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	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 madera <sup>(3)</sup>	
N807/N4	18.37	0.000	-28.446	-0.020	-6.023	0.04	-7.18	-0.10	GV	10	X	Cumple
N779/N5	18.41	0.000	-28.435	-0.015	6.039	-0.04	7.22	-0.08	GV	10	X	Cumple
N441/N171	15.69	0.750	-4.207	2.064	44.110	0.00	-73.76	-2.81	GV	10	X	Cumple
N545/N571	7.78	0.750	10.167	0.149	-11.540	0.00	40.22	0.48	GV	10	X	Cumple
N701/N4	15.94	2.000	1.761	-0.127	7.035	0.08	-7.65	0.10	GV	10	X	Cumple
N727/N5	16.02	2.000	1.764	0.158	7.036	-0.08	-7.65	-0.14	GV	10	X	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> Resistencia requerida (período 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 derivados de la madera

### 3.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N4/N6

Perfil: GL-300x220							
Material: Madera (GL28h)							
	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> )
	N4	N6	8.135	660.00	49500.00	26620.00	58254.24
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.	
$\beta$	0.12		1.13	0.12		1.00	
L <sub>k</sub>	1.000		9.157	1.000		8.135	
C <sub>1</sub>	-			1.000			
Notación: b: 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: R30							
Superficies protegidas por tableros derivados de la madera							

Producido por una versión educativa de CYPE

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.062} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

S<sub>t,0,d</sub>: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$S_{t,0,d} : \underline{0.94} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d}/A$$

Donde:

N<sub>t,0,d</sub>: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{61.96} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

f<sub>t,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} : \underline{15.05} \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

k<sub>h</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.07}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

f<sub>t,0,k</sub>: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

g<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

**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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

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

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.236} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

S<sub>c,0,d</sub>: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$S_{c,0,d} : \underline{1.27} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$



Donde:

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

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

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

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

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

$\chi_c$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2)$$

Donde:

$b_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$I_{rel,y}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

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

$I_y$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

$L_{k,y}$ : Longitud de pandeo de la barra

$i_y$ : Radio de giro

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.

$I_{rel,z}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

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

$I_z$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

$$N_{c,0,d} : \underline{83.73} \text{ kN}$$

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{c,0,d} : \underline{16.96} \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : \underline{0.80}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

$$\chi_c : \underline{0.32}$$

$$k_y : \underline{2.04}$$

$$b_c : \underline{0.10}$$

$$I_{rel,y} : \underline{1.72}$$

$$E_{0,k} : \underline{10200.00} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$$I_y : \underline{105.74}$$

$$L_{k,y} : \underline{9157.20} \text{ mm}$$

$$i_y : \underline{86.60} \text{ mm}$$

$$I_{rel,z} : \underline{0.26}$$

$$E_{0,k} : \underline{10200.00} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$$I_z : \underline{15.75}$$



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

$L_{k,z}$ : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,z}$  : 1000.00 mm

$i_z$ : Radio de giro

$i_z$  : 63.51 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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

h : 0.692 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}^+}{k_{crit}^+ \cdot f_{m,y,d}^+} \leq 1$$

h : 0.692 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}^-}{k_{crit}^- \cdot f_{m,y,d}^-} \leq 1$$

h : 0.558 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$S_{m,y,d}^+$  : 14.95 MPa

$S_{m,y,d}^-$  : 12.05 MPa

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$  : 49.32 kN·m

$M_{y,d}^-$  : 39.76 kN·m

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

$W_{el,y}$  : 3300.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{m,y,d}$  : 21.61 MPa

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

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

$k_{mod}$  : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 1

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

$f_{m,k}$  : 28.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$  : 1.07

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Producido por la Comisión educativa de CYPE



Donde:

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

$$h : \underline{\quad 300.00 \quad} \text{ mm}$$

$g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{\quad 1.25 \quad}$$

Resistencia a vuelco lateral:

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

$$s_{m,y,d}^+ : \underline{\quad 14.95 \quad} \text{ MPa}$$

$$s_{m,y,d}^- : \underline{\quad 12.05 \quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{\quad 49.32 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{\quad 39.76 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{\quad 3300.00 \quad} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : \underline{\quad 21.61 \quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{\quad 0.90 \quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\quad \text{Corta duración} \quad}$$

Clase de servicio

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

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

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{\quad 1.07 \quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min \left\{ (600/h)^{0.1}; 1.1 \right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{\quad 300.00 \quad} \text{ mm}$$

$g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{\quad 1.25 \quad}$$

$k_{crit}$ : Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por:

$$k_{crit} : \underline{\quad 1.00 \quad}$$

Para  $\lambda_{rel,m}^+ \leq 0.75$

$$k_{crit}^+ = 1.0$$

Para  $\lambda_{rel,m}^- \leq 0.75$

$$k_{crit}^- = 1.0$$

Donde:

$I_{rel,m}$ : Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por:

$$I_{rel,m}^+ : \underline{\quad 0.17 \quad}$$

$$I_{rel,m}^- : \underline{\quad 0.49 \quad}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k} \cdot W_{el}}{M_{crit}}}$$

Donde:

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

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{ MPa}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{\quad 3300.00 \quad} \text{ cm}^3$$



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

$M_{crit}$ : Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:

$M_{crit,y}^+$	: 3154.70	kN·m
$M_{crit,y}^-$	: 387.81	kN·m

$$M_{crit,y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,k} \cdot I_z \cdot G_{0,k} \cdot I_{tor}}}{L_{ef}}$$

Donde:

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

$E_{0,k}$	: 10200.00	MPa
-----------	------------	-----

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

$G_{0,k}$	: 637.50	MPa
-----------	----------	-----

$I$ : Momento de inercia

$I_z$	: 26620.00	cm <sup>4</sup>
-------	------------	-----------------

$I_{tor}$ : Momento de inercia a torsión

$I_{tor}$	: 58254.24	cm <sup>4</sup>
-----------	------------	-----------------

$L_{ef}$ : Longitud eficaz de vuelco lateral

$L_{ef}^+$	: 1000.00	mm
------------	-----------	----

$L_{ef}^-$	: 8134.65	mm
------------	-----------	----

**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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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:

s<sub>m,d</sub>: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$s_{m,z,d}^+ : \underline{\quad 0.47 \quad} \text{ MPa}$$

$$s_{m,z,d}^- : \underline{\quad 0.32 \quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M<sub>d</sub>: Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{\quad 1.13 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{\quad 0.77 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W<sub>el</sub>: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z} : \underline{\quad 2420.00 \quad} \text{ cm}^3$$

f<sub>m,d</sub>: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d} : \underline{\quad 22.18 \quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{\quad 0.90 \quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\quad \text{Corta duración} \quad}$$

Clase de servicio

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

f<sub>m,k</sub>: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{ MPa}$$

k<sub>h</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{\quad 1.10 \quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{\quad 220.00 \quad} \text{ mm}$$

g<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{\quad 1.25 \quad}$$



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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

Donde:

$t_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.21} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.524} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

$t_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{z,d} : \underline{1.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{35.62} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{\text{tor,d}}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot \text{PP} + 1.5 \cdot \text{V}(180^\circ)\text{H1}$ .

Donde:

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

$$t_{\text{tor,d}} : \underline{0.08} \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tor,d}} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor}}$$

Donde:

 $M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 $W_{\text{tor}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor}} : \underline{3336.96} \text{ cm}^3$$

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

$$k_{\text{forma}} : \underline{1.20}$$

$$k_{\text{forma}} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{\text{max}}}{b_{\text{min}}} \right\}$$

Donde:

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

$$b_{\text{max}} : \underline{300.00} \text{ mm}$$

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

$$b_{\text{min}} : \underline{220.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{\text{mod}}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{\text{mod}} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.695} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.488} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

S<sub>m,d</sub>: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,y,d} : \underline{14.95} \text{ MPa}$$

$$S_{m,z,d} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M<sub>d</sub>: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{49.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W<sub>el</sub>: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{3300.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2420.00} \text{ cm}^3$$

f<sub>m,d</sub>: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{21.61} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{22.18} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

f<sub>m,k</sub>: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

k<sub>h</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.07}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

g<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

k<sub>m</sub>: 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.757} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.551} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

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

$$S_{t,0,d} : \underline{0.94} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d}/A$$

Donde:

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

$$N_{t,0,d} : \underline{61.96} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

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

$$S_{m,y,d} : \underline{14.95} \text{ MPa}$$

$$S_{m,z,d} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{49.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{3300.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2420.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{t,0,d} : \underline{15.05} \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.07}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

$$f_{m,y,d} : \underline{21.61} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{22.18} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.07}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:



$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

$g_m$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_m : \underline{1.25}$$

$k_m$ : 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 compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.563} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.397} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.741} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.451} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral, ya que la esbeltez relativa (0.49) es inferior a 0.75.

Donde:

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

$$s_{c,0,d} : \underline{1.10} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{72.34} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

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

$$s_{m,y,d} : \underline{12.04} \text{ MPa}$$

$$s_{m,z,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-39.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{3300.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2420.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{19.08} \text{ MPa}$$



$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

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

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

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

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$\gamma_M$ : 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

$c_c$ : Factor de inestabilidad

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{21.61} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{22.18} \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \underline{1.07}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

$$c_{c,y} : \underline{0.32}$$

$$c_{c,z} : \underline{1.00}$$

**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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{\text{tor},y,d}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{\text{tor},z,d}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.535} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

 $t_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

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

$$t_{z,d} : \underline{1.21} \quad \text{MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

 $V_d$ : Cortante de cálculo

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

$$V_{z,d} : \underline{35.62} \quad \text{kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \quad \text{cm}^2$$

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

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

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

$$t_{\text{tor},y,d} : \underline{0.02} \quad \text{MPa}$$

$$t_{\text{tor},z,d} : \underline{0.03} \quad \text{MPa}$$

$$\tau_{\text{tor},d} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor}}$$

Donde:

 $M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.10} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

 $W_{\text{tor}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor},y} : \underline{4550.40} \quad \text{cm}^3$$

$$W_{\text{tor},z} : \underline{3336.96} \quad \text{cm}^3$$

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

$$k_{\text{forma}} : \underline{1.20}$$

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

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \quad \text{MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{\text{mod}}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{\text{mod}} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \quad \text{MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

Donde:

s<sub>t,0,d,fi</sub>: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$s_{t,0,d,fi} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d,fi} = N_{t,0,d} / A_{fi}$$

Donde:

N<sub>t,0,d</sub>: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{4.60} \text{ kN}$$

A<sub>fi</sub>: Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

f<sub>t,0,d,fi</sub>: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d,fi} : \underline{24.54} \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k<sub>mod,fi</sub>: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

k<sub>h,fi</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.09}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

h<sub>fi</sub>: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

f<sub>t,0,k</sub>: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

g<sub>M,fi</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k<sub>fi</sub>: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

**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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

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

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

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

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z





$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones PP+0.2·N(EI).

Donde:

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

$$s_{c,0,d,fi} : \underline{0.88} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{35.03} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{30.48} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

$\phi_c$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$C_{c,y,fi} : \underline{0.21}$$

$$C_{c,z,fi} : \underline{1.00}$$

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Donde:

$$k_{fi} = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,fi} - 0.3) + \lambda_{rel,fi}^2)$$

$$k_{y,fi} : \underline{2.82}$$

$$k_{z,fi} : \underline{0.56}$$

Donde:

$b_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$b_c : \underline{0.10}$$

$l_{rel,fi}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$l_{rel,y,fi} : \underline{2.11}$$

$$l_{rel,z,fi} : \underline{0.34}$$

$$\lambda_{rel,fi} = \frac{\lambda_{fi}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{10200.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$l_{fi}$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$l_{y,fi} : \underline{130.01}$$

$$l_{z,fi} : \underline{21.12}$$

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y}$  : 9157.20 mm

$i_{fi}$ : Radio de giro

$L_{k,z}$  : 1000.00 mm

$i_{y,fi}$  : 70.44 mm

$i_{z,fi}$  : 47.34 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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

h : 0.247 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}^+}{k_{crit,fi}^+ \cdot f_{m,y,d,fi}^+} \leq 1$$

h : 0.140 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}^-}{k_{crit,fi}^- \cdot f_{m,y,d,fi}^-} \leq 1$$

h : 0.247 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$S_{m,y,d,fi}^+$  : 4.93 MPa

$S_{m,y,d,fi}^-$  : 8.70 MPa

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$  : 8.02 kN·m

$M_{y,d}^-$  : 14.16 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$  : 1627.32 cm<sup>3</sup>

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

$f_{m,y,d,fi}$  : 35.23 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi}$  : 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 1

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

$f_{m,k}$  : 28.00 MPa

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$  : 1.09

Producción de una versión definitiva de CYPE



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600/h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

Resistencia a vuelco lateral:

$S_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,y,d,fi}^+ : \underline{4.93} \text{ MPa}$$

$$S_{m,y,d,fi}^- : \underline{8.70} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d|/W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{8.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{14.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$\text{Clase} : \underline{\text{Corta duración}}$$

Clase de servicio

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

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.09}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600/h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$k_{crit,fi}$ : Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por:

$$k_{crit,fi} : \underline{1.00}$$

Para  $\lambda_{rel,m,fi}^+ \leq 0.75$

$$k_{crit,fi}^+ = 1.0$$

Para  $\lambda_{rel,m,fi}^- \leq 0.75$

$$k_{crit,fi}^- = 1.0$$

Donde:

Producido por una versión educativa de CYPE



$I_{rel,m,fi}$ : Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por:

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{k_{fi} \cdot f_{m,k} \cdot W_{el,fi}}{M_{crit,fi}}}$$

Donde:

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

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

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$M_{crit,fi}$ : Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:

$$M_{crit,y,fi} = \frac{\pi \cdot k_{fi} \cdot \sqrt{E_{0,k} \cdot I_{z,fi} \cdot G_{0,k} \cdot I_{tor,fi}}}{L_{ef}}$$

Donde:

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

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

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$I_{fi}$ : Momento de inercia

$I_{tor,fi}$ : Momento de inercia a torsión

$L_{ef}$ : Longitud eficaz de vuelco lateral

$$I_{rel,m,fi}^+ : \underline{\underline{0.20}}$$

$$I_{rel,m,fi}^- : \underline{\underline{0.58}}$$

$$f_{m,k} : \underline{\underline{28.00}} \text{ MPa}$$

$$W_{el,y,fi} : \underline{\underline{1627.32}} \text{ cm}^3$$

$$k_{fi} : \underline{\underline{1.15}}$$

$$M_{crit,y,fi}^+ : \underline{\underline{1263.26}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{crit,y,fi}^- : \underline{\underline{155.29}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$E_{0,k} : \underline{\underline{10200.00}} \text{ MPa}$$

$$G_{0,k} : \underline{\underline{637.50}} \text{ MPa}$$

$$k_{fi} : \underline{\underline{1.15}}$$

$$I_{z,fi} : \underline{\underline{8968.92}} \text{ cm}^4$$

$$I_{tor,fi} : \underline{\underline{20963.65}} \text{ cm}^4$$

$$L_{ef}^+ : \underline{\underline{1000.00}} \text{ mm}$$

$$L_{ef}^- : \underline{\underline{8134.65}} \text{ mm}$$

**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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{\quad 0.008 \quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

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:

S<sub>m,d,fi</sub>: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,z,d,fi}^+ : \underline{\quad 0.24 \quad} \text{MPa}$$

$$S_{m,z,d,fi}^- : \underline{\quad 0.28 \quad} \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M<sub>d</sub>: Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{\quad 0.26 \quad} \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{\quad 0.30 \quad} \text{kN}\cdot\text{m}$$

W<sub>el,fi</sub>: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z,fi} : \underline{\quad 1093.77 \quad} \text{cm}^3$$

f<sub>m,d,fi</sub>: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{\quad 35.42 \quad} \text{MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k<sub>mod,fi</sub>: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{\quad 1.00 \quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\quad \text{Corta duración} \quad}$$

Clase de servicio

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

f<sub>m,k</sub>: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{MPa}$$

k<sub>h,fi</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{\quad 1.10 \quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (600 / h_{fi})^{0.1} ; 1.1 \right\}$$

Donde:

h<sub>fi</sub>: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{\quad 164.00 \quad} \text{mm}$$

g<sub>M,fi</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{\quad 1.00 \quad}$$

k<sub>fi</sub>: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{\quad 1.15 \quad}$$

**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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

Donde:

 $t_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

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

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

 $V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

 $A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

 $k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d,fi} : \underline{3.68} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

 $g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$



## 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:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.185} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

Donde:

$t_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{z,d,fi} : \underline{0.68} \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{12.17} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

$k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d,fi} : \underline{3.68} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{\text{tor,d,fi}}}{k_{\text{forma,fi}} \cdot f_{\text{v,d,fi}}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

Donde:

 $t_{\text{tor,d,fi}}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$t_{\text{tor,d,fi}} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tor,d,fi}} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor,fi}}$$

Donde:

 $M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 $W_{\text{tor,fi}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor,fi}} : \underline{1557.10} \text{ cm}^3$$

 $k_{\text{forma,fi}}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{\text{forma,fi}} : \underline{1.22}$$

$$k_{\text{forma,fi}} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{\text{max,fi}}}{b_{\text{min,fi}}} \right\}$$

Donde:

 $b_{\text{max,fi}}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{\text{max,fi}} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

 $b_{\text{min,fi}}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{\text{min,fi}} : \underline{164.00} \text{ mm}$$

 $f_{\text{v,fi}}$ : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{\text{v,d,fi}} : \underline{3.68} \text{ MPa}$$

$$f_{\text{v,d,fi}} = k_{\text{mod,fi}} \cdot k_{\text{fi}} \cdot f_{\text{v,k}} / \gamma_{\text{M,fi}}$$

Donde:

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

$$k_{\text{mod,fi}} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{\text{v,k}} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

 $g_{\text{M,fi}}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{\text{M,fi}} : \underline{1.00}$$

 $k_{\text{fi}}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{\text{fi}} : \underline{1.15}$$



**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

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.249} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.176} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

Donde:

 $s_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$s_{m,y,d,fi} : \underline{8.70} \quad \text{MPa}$$

$$s_{m,z,d,fi} : \underline{0.12} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

 $M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{14.16} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.13} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \quad \text{cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{1093.77} \quad \text{cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \quad \text{MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{35.42} \quad \text{MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \quad \text{MPa}$$

 $k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.09}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

 $g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

 $k_m$ : 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)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.147} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.106} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

Donde:

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

$$S_{t,0,d,fi} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d,fi} = N_{t,0,d} / A_{fi}$$

Donde:

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

$$N_{t,0,d} : \underline{4.60} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

$S_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,y,d,fi} : \underline{4.93} \text{ MPa}$$

$$S_{m,z,d,fi} : \underline{0.11} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{8.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{1093.77} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{t,0,d,fi} : \underline{24.54} \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.09}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{35.42} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.09}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$



Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600/h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{164.00} \text{ mm}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$k_m$ : 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

$$k_m : \underline{0.70}$$

Producido por una versión de CYPE de CYPE

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

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

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.177} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.353} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.199} \quad \checkmark$$

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral, ya que la esbeltez relativa (0.58) es inferior a 0.75.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.68} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{27.14} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$



$S_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,y,d,fi} : \underline{8.70} \text{ MPa}$$

$$S_{m,z,d,fi} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-14.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{z,d} : \underline{0.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{1093.77} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{30.48} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$K_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$K_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{35.42} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$K_{h,y,fi} : \underline{1.09}$$

$$K_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{164.00} \text{ mm}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$K_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$K_{fi} : \underline{1.15}$$

$k_m$ : 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

$$k_m : \underline{0.70}$$



$c_{c,fi}$ : Factor de inestabilidad

$C_{c,y,fi}$ :	<u>0.21</u>
$C_{c,z,fi}$ :	<u>1.00</u>

**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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$h$  : 0.006 ✓

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$h$  : 0.193 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

Donde:

$t_{c,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$t_{y,d,fi}$ :	<u>0.00</u>	MPa
$t_{z,d,fi}$ :	<u>0.68</u>	MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$V_{y,d}$  : 0.04 kN

$V_{z,d}$  : 12.17 kN

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$A_{fi}$  : 400.16 cm<sup>2</sup>

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

$k_{cr}$  : 0.67

$t_{tor,d,fi}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$t_{tor,y,d,fi}$  : 0.02 MPa

$t_{tor,z,d,fi}$  : 0.03 MPa

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$M_{x,d}$  : 0.05 kN·m

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$W_{tor,y,fi}$  : 2316.66 cm<sup>3</sup>

$W_{tor,z,fi}$  : 1557.10 cm<sup>3</sup>

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

$k_{forma,fi}$  : 1.22

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

$f_{v,d,fi}$  : 3.68 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi}$  : 1.00

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

$f_{v,k}$  : 3.20 MPa

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$g_{M,fi}$  : 1.00

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi}$  : 1.15



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Barra N5/N6

Perfil: GL-300x220 Material: Madera (GL28h)						
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> )
N5	N6	8.135	660.00	49500.00	26620.00	58254.24
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.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>		8.135	8.135	0.000	0.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: b: 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: R30						
Superficies protegidas por tableros derivados de la madera						

Producción de una versión definitiva de CYPE

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

h : 0.063 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

σ<sub>t,0,d</sub>: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

σ<sub>t,0,d</sub> : 0.94 MPa

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d} / A$$

Donde:

N<sub>t,0,d</sub>: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

N<sub>t,0,d</sub> : 62.10 kN

A: Área de la sección transversal

A : 660.00 cm<sup>2</sup>

f<sub>t,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

f<sub>t,0,d</sub> : 15.05 MPa

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k<sub>mod</sub> : 0.90

k<sub>h</sub>: Factor de altura, dado por:

k<sub>h</sub> : 1.07

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

h : 300.00 mm

f<sub>t,0,k</sub>: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

f<sub>t,0,k</sub> : 19.50 MPa

γ<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ<sub>M</sub> : 1.25

**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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

h : 0.075 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

h : 0.189 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

h : 0.340 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

σ<sub>c,0,d</sub>: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

σ<sub>c,0,d</sub> : 1.27 MPa

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

N<sub>c,0,d</sub>: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

N<sub>c,0,d</sub> : 83.74 kN

A: Área de la sección transversal

A : 660.00 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> : 16.96 MPa

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

k<sub>mod</sub> : 0.80

f<sub>c,0,k</sub>: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

f<sub>c,0,k</sub> : 26.50 MPa

γ<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ<sub>M</sub> : 1.25

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

c<sub>c</sub>: Factor de inestabilidad, dado por:

c<sub>c,y</sub> : 0.40

c<sub>c,z</sub> : 0.22

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2)$$

k<sub>y</sub> : 1.72

k<sub>z</sub> : 2.75

Donde:

b<sub>c</sub>: Factor asociado a la rectitud de las piezas

b<sub>c</sub> : 0.10

I<sub>rel</sub>: Esbeltez relativa, dada por:

I<sub>rel,y</sub> : 1.52

I<sub>rel,z</sub> : 2.08

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

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

$$E_{0,k} : \underline{10200.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$I$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$I_y : \underline{93.93}$$

$$I_z : \underline{128.09}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{8134.65} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{8134.65} \text{ mm}$$

$i$ : Radio de giro

$$i_y : \underline{86.60} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{63.51} \text{ mm}$$



**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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{\quad 0.692 \quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$S_{m,y,d}^+ : \underline{\quad 14.95 \quad} \text{ MPa}$$

$$S_{m,y,d}^- : \underline{\quad 12.05 \quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

 $M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{\quad 49.32 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{\quad 39.75 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{\quad 3300.00 \quad} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : \underline{\quad 21.61 \quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{\quad 0.90 \quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\quad \text{Corta duración} \quad}$$

Clase de servicio

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

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

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{ MPa}$$

 $k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{\quad 1.07 \quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min \left\{ (600/h)^{0.1}; 1.1 \right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{\quad 300.00 \quad} \text{ mm}$$

 $g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{\quad 1.25 \quad}$$



## 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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

h : 0.023 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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:

$S_{m,z,d}^+$  : 0.41 MPa

$S_{m,z,d}^-$  : 0.51 MPa

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$  : 1.00 kN·m

$M_{z,d}^-$  : 1.24 kN·m

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

$W_{el,z}$  : 2420.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{m,z,d}$  : 22.18 MPa

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

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

$k_{mod}$  : 0.90

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 1

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

$f_{m,k}$  : 28.00 MPa

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

$k_h$  : 1.10

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

h : 220.00 mm

$g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$g_M$  : 1.25

Producido por una versión educativa de CYPE

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

Donde:

t<sub>d</sub>: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{y,d} : \underline{0.01} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V<sub>d</sub>: Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.23} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

k<sub>cr</sub>: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

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

f<sub>v,d</sub>: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

f<sub>v,k</sub>: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

g<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.524} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

t<sub>d</sub>: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{z,d} : \underline{1.21} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V<sub>d</sub>: Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{35.61} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

k<sub>cr</sub>: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

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

f<sub>v,d</sub>: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

f<sub>v,k</sub>: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

g<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{\text{tor,d}}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

Donde:

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

$$t_{\text{tor,d}} : \underline{0.08} \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tor,d}} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor}}$$

Donde:

 $M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 $W_{\text{tor}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor}} : \underline{3336.96} \text{ cm}^3$$

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

$$k_{\text{forma}} : \underline{1.20}$$

$$k_{\text{forma}} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{\text{max}}}{b_{\text{min}}} \right\}$$

Donde:

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

$$b_{\text{max}} : \underline{300.00} \text{ mm}$$

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

$$b_{\text{min}} : \underline{220.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{\text{mod}}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{\text{mod}} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.695} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.489} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

S<sub>m,d</sub>: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,y,d} : \underline{14.95} \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

M<sub>d</sub>: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{49.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W<sub>el</sub>: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{3300.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2420.00} \text{ cm}^3$$

f<sub>m,d</sub>: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{21.61} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{22.18} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

f<sub>m,k</sub>: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

k<sub>h</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.07}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

g<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

k<sub>m</sub>: 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.757} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.551} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:



# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

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

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d}/A$$

Donde:

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

A: Área de la sección transversal

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

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

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

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

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

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

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

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

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

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

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$s_{t,0,d} : \underline{0.94} \text{ MPa}$$

$$N_{t,0,d} : \underline{62.10} \text{ kN}$$

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

$$s_{m,y,d} : \underline{14.95} \text{ MPa}$$

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

$$M_{y,d} : \underline{49.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{-0.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y} : \underline{3300.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2420.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{t,0,d} : \underline{15.05} \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$k_h : \underline{1.07}$$

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

$$f_{m,y,d} : \underline{21.61} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{22.18} \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y} : \underline{1.07}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$



$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

$g_m$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_m : \underline{1.25}$$

$k_m$ : 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 compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.563} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.397} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.705} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.655} \quad \checkmark$$

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:

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

$$s_{c,0,d} : \underline{1.10} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{72.35} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \text{ cm}^2$$

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

$$s_{m,y,d} : \underline{12.05} \text{ MPa}$$

$$s_{m,z,d} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d|/W_{el}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-39.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y} : \underline{3300.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{2420.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{19.08} \text{ MPa}$$



$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

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

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

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

$k_h$ : Factor de altura, dado por:

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$\gamma_M$ : 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

$c_c$ : Factor de inestabilidad

$k_{mod}$	:	<u>0.90</u>	
$f_{c,0,k}$	:	<u>26.50</u>	MPa
$\gamma_M$	:	<u>1.25</u>	
$f_{m,y,d}$	:	<u>21.61</u>	MPa
$f_{m,z,d}$	:	<u>22.18</u>	MPa

$k_{mod}$	:	<u>0.90</u>	
$f_{m,k}$	:	<u>28.00</u>	MPa
$k_{h,y}$	:	<u>1.07</u>	
$k_{h,z}$	:	<u>1.10</u>	

h : 300.00 mm

h : 220.00 mm

$\gamma_M$  : 1.25

$k_m$  : 0.70

$c_{c,y}$  : 0.40

$c_{c,z}$  : 0.22



**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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{\text{tor},y,d}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{\text{tor},z,d}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.535} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

$t_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

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

$$t_{z,d} : \underline{1.21} \quad \text{MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.05} \quad \text{kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{35.61} \quad \text{kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{660.00} \quad \text{cm}^2$$

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

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

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

$$t_{\text{tor},y,d} : \underline{0.02} \quad \text{MPa}$$

$$t_{\text{tor},z,d} : \underline{0.03} \quad \text{MPa}$$

$$\tau_{\text{tor},d} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor}}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.10} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$W_{\text{tor}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor},y} : \underline{4550.40} \quad \text{cm}^3$$

$$W_{\text{tor},z} : \underline{3336.96} \quad \text{cm}^3$$

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

$$k_{\text{forma}} : \underline{1.20}$$

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

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \quad \text{MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

$k_{\text{mod}}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{\text{mod}} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \quad \text{MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

Donde:

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

$$\sigma_{t,0,d,fi} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d,fi} = N_{t,0,d} / A_{fi}$$

Donde:

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

$$N_{t,0,d} : \underline{4.64} \text{ kN}$$

 $A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{t,0,d,fi} : \underline{24.54} \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.09}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

 $h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

 $g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

**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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

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

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.107} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z



$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.231} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP+0.2·N(EI).

Donde:

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

$$s_{c,0,d,fi} : \underline{0.88} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{35.03} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{30.48} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2 y CTE DB SI: E.2)

$\phi$ : Factor de inestabilidad, dado por:

$$C_{c,y,fi} : \underline{0.27}$$

$$C_{c,z,fi} : \underline{0.12}$$

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Donde:

$$k_{fi} = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,fi} - 0.3) + \lambda_{rel,fi}^2)$$

$$k_{y,fi} : \underline{2.33}$$

$$k_{z,fi} : \underline{4.51}$$

Donde:

$b_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$b_c : \underline{0.10}$$

$l_{rel,fi}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$l_{rel,y,fi} : \underline{1.87}$$

$$l_{rel,z,fi} : \underline{2.79}$$

$$\lambda_{rel,fi} = \frac{\lambda_{fi}}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{10200.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$l_{fi}$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$l_{y,fi} : \underline{115.49}$$

$$l_{z,fi} : \underline{171.82}$$

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:



$L_k$ : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y}$  : 8134.65 mm

$i_{fi}$ : Radio de giro

$L_{k,z}$  : 8134.65 mm

$i_{y,fi}$  : 70.44 mm

$i_{z,fi}$  : 47.34 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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

$h$  : 0.247 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$S_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$S_{m,y,d,fi}^+$  : 4.93 MPa

$S_{m,y,d,fi}^-$  : 8.70 MPa

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$  : 8.02 kN·m

$M_{y,d}^-$  : 14.16 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$  : 1627.32 cm<sup>3</sup>

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

$f_{m,y,d,fi}$  : 35.23 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi}$  : 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 1

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

$f_{m,k}$  : 28.00 MPa

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$  : 1.09

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$h_{fi}$  : 244.00 mm

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$g_{M,fi}$  : 1.00

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi}$  : 1.15

Producido por una versión educativa de COCINA

**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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{\quad 0.010 \quad} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

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:

S<sub>m,d,fi</sub>: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,z,d,fi}^+ : \underline{\quad 0.34 \quad} \text{MPa}$$

$$S_{m,z,d,fi}^- : \underline{\quad 0.27 \quad} \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

M<sub>d</sub>: Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{\quad 0.38 \quad} \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{\quad 0.30 \quad} \text{kN}\cdot\text{m}$$

W<sub>el,fi</sub>: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,z,fi} : \underline{\quad 1093.77 \quad} \text{cm}^3$$

f<sub>m,d,fi</sub>: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{\quad 35.42 \quad} \text{MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k<sub>mod,fi</sub>: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{\quad 1.00 \quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\quad \text{Corta duración} \quad}$$

Clase de servicio

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

f<sub>m,k</sub>: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{MPa}$$

k<sub>h,fi</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{\quad 1.10 \quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (600 / h_{fi})^{0.1} ; 1.1 \right\}$$

Donde:

h<sub>fi</sub>: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{\quad 164.00 \quad} \text{mm}$$

g<sub>M,fi</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{\quad 1.00 \quad}$$

k<sub>fi</sub>: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{\quad 1.15 \quad}$$

**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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

Donde:

 $t_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

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

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

 $V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

 $A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

 $k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d,fi} : \underline{3.68} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

 $g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$



**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:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$t_{z,d,fi} :$  0.185 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

Donde:

$t_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$t_{z,d,fi} :$  0.68 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$V_{z,d} :$  12.17 kN

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$A_{fi} :$  400.16 cm<sup>2</sup>

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

$k_{cr} :$  0.67

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

$f_{v,d,fi} :$  3.68 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi} :$  1.00

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

$f_{v,k} :$  3.20 MPa

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$g_{M,fi} :$  1.00

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} :$  1.15

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{\text{tor,d,fi}}}{k_{\text{forma,fi}} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

Donde:

 $t_{\text{tor,d,fi}}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$t_{\text{tor,d,fi}} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tor,d,fi}} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor,fi}}$$

Donde:

 $M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 $W_{\text{tor,fi}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor,fi}} : \underline{1557.10} \text{ cm}^3$$

 $k_{\text{forma,fi}}$ : Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{\text{forma,fi}} : \underline{1.22}$$

$$k_{\text{forma,fi}} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{\text{max,fi}}}{b_{\text{min,fi}}} \right\}$$

Donde:

 $b_{\text{max,fi}}$ : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{\text{max,fi}} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

 $b_{\text{min,fi}}$ : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{\text{min,fi}} : \underline{164.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{v,d,fi} : \underline{3.68} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{\text{mod,fi}} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

 $g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$



**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

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.249} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.176} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

Donde:

 $s_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$s_{m,y,d,fi} : \underline{8.70} \quad \text{MPa}$$

$$s_{m,z,d,fi} : \underline{0.12} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

 $M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{14.16} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.13} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \quad \text{cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{1093.77} \quad \text{cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \quad \text{MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{35.42} \quad \text{MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \quad \text{MPa}$$

 $k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.09}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

 $g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

 $k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

 $k_m$ : 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)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.147} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.106} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

Donde:

$S_{t,0,d,fi}$ : Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:  $S_{t,0,d,fi} : \underline{0.12} \text{ MPa}$

$$\sigma_{t,0,d,fi} = N_{t,0,d} / A_{fi}$$

Donde:

$N_{t,0,d}$ : Tracción axial de cálculo paralela a la fibra  $N_{t,0,d} : \underline{4.64} \text{ kN}$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal  $A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$

$S_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$S_{m,y,d,fi} : \underline{4.93} \text{ MPa}$

$S_{m,z,d,fi} : \underline{0.11} \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo  $M_{y,d} : \underline{8.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : \underline{-0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$W_{el,fi}$ : Módulo resistente elástico de la sección transversal  $W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \text{ cm}^3$

$W_{el,z,fi} : \underline{1093.77} \text{ cm}^3$

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

$f_{t,0,d,fi} : \underline{24.54} \text{ MPa}$

$$f_{t,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad  $k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi} : \underline{1.09}$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción  $h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$

$f_{t,0,k}$ : Resistencia característica a tracción paralela a la fibra  $f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$

$g_{M,fi} : \underline{1.00}$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$K_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio  $K_{fi} : \underline{1.15}$

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

$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \text{ MPa}$

$f_{m,z,d,fi} : \underline{35.42} \text{ MPa}$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$ : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad  $k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$

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

$K_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:  $K_{h,y,fi} : \underline{1.09}$

$K_{h,z,fi} : \underline{1.10}$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$



Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600/h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{164.00} \text{ mm}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$k_m$ : 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

$$k_m : \underline{0.70}$$

Producido por una versión de CYPE

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones PP+0.2·N(EI).

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.215} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.153} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.321} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.384} \quad \checkmark$$

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:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.88} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,fi} = |N_{c,0,d,fi}| / A_{fi}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{35.03} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$



$S_{m,d,fi}$ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$S_{m,y,d,fi} : \underline{7.43} \text{ MPa}$$

$$S_{m,z,d,fi} : \underline{0.17} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = |M_d| / W_{el,fi}$$

Donde:

$M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-12.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{z,d} : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{el,y,fi} : \underline{1627.32} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{1093.77} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{30.48} \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$K_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$K_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{35.23} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{35.42} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{28.00} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$ : Factor de altura, dado por:

$$K_{h,y,fi} : \underline{1.09}$$

$$K_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{244.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} = \min\left\{\left(600 / h_{fi}\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

$h_{fi}$ : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{164.00} \text{ mm}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$K_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$K_{fi} : \underline{1.15}$$

$k_m$ : 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

$$k_m : \underline{0.70}$$



$c_{c,fi}$ : Factor de inestabilidad

$$c_{c,y,fi} : \underline{0.27}$$

$$c_{c,z,fi} : \underline{0.12}$$

**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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.193} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

Donde:

$t_{d,fi}$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

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

$$t_{z,d,fi} : \underline{0.68} \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

$V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{12.17} \text{ kN}$$

$A_{fi}$ : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{400.16} \text{ cm}^2$$

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

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

$t_{tor,d,fi}$ : Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$t_{tor,y,d,fi} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

$$t_{tor,z,d,fi} : \underline{0.03} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

$M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor,fi}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y,fi} : \underline{2316.66} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : \underline{1557.10} \text{ cm}^3$$

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

$$k_{forma,fi} : \underline{1.22}$$

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

$$f_{v,d,fi} : \underline{3.68} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

$g_{M,fi}$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{fi}$ : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

Producido por una versión educativa de CYPE



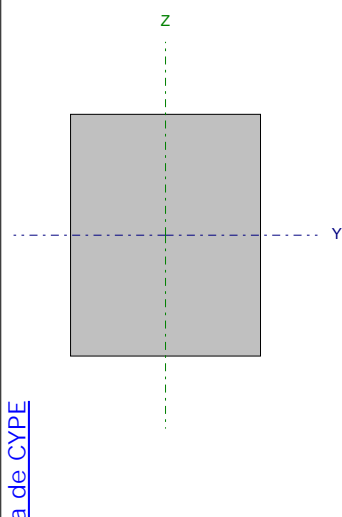
# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

Barra N807/N4

Perfil: GL-280x220 Material: Madera (GL28h)						
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> )
N807	N4	3.300	616.00	40245.33	24845.33	51660.22
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.	
β		0.18	1.24	1.00	0.30	
L <sub>k</sub>		0.600	4.080	3.300	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: b: 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: R30 Superficies protegidas por tableros derivados de la madera						



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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.058} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

σ<sub>t,0,d</sub>: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{t,0,d} : \underline{0.88} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d} = N_{t,0,d} / A$$

Donde:

N<sub>t,0,d</sub>: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{54.03} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{616.00} \text{ cm}^2$$

f<sub>t,0,d</sub>: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} : \underline{15.15} \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

k<sub>mod</sub>: Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

k<sub>h</sub>: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.08}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{280.00} \text{ mm}$$

f<sub>t,0,k</sub>: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$$f_{t,0,k} : \underline{19.50} \text{ MPa}$$

γ<sub>M</sub>: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

Producción de una versión definitiva de CYPE

**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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.072} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N807, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q.

Donde:

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

$$S_{c,0,d} : \underline{1.07} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = |N_{c,0,d}|/A$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{65.76} \quad \text{kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{616.00} \quad \text{cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{14.84} \quad \text{MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \quad \text{MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

Factor de inestabilidad, dado por:

$$C_{c,y} : \underline{0.89}$$

$$\chi_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}}$$

Donde:

$$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2)$$

$$k_y : \underline{0.86}$$

Donde:

 $b_c$ : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$b_c : \underline{0.10}$$

 $l_{rel,y}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$$l_{rel,y} : \underline{0.82}$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{10200.00} \quad \text{MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \quad \text{MPa}$$

 $l_y$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$l_y : \underline{50.48}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$



Donde:

 $L_{k,y}$ : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y} : \underline{4080.02} \text{ mm}$

 $i_y$ : Radio de giro

$i_y : \underline{80.83} \text{ mm}$

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.

 $l_{rel,z}$ : Esbeltez relativa, dada por:

$l_{rel,z} : \underline{0.15}$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Donde:

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

$E_{0,k} : \underline{10200.00} \text{ MPa}$

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

$f_{c,0,k} : \underline{26.50} \text{ MPa}$

 $l_z$ : Esbeltez mecánica, dada por:

$l_z : \underline{9.45}$

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Donde:

 $L_{k,z}$ : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,z} : \underline{600.00} \text{ mm}$

 $i_z$ : Radio de giro

$i_z : \underline{63.51} \text{ mm}$

**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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$h : \underline{0.367} \quad \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión positiva:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}^+}{k_{crit}^+ \cdot f_{m,y,d}^+} \leq 1$$

$h : \underline{0.367} \quad \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)2.

Resistencia a vuelco lateral para flexión negativa:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}^-}{k_{crit}^- \cdot f_{m,y,d}^-} \leq 1$$

$h : \underline{0.364} \quad \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$s_{m,y,d}^+ : \underline{7.98} \text{ MPa}$

$s_{m,y,d}^- : \underline{7.92} \text{ MPa}$

$$\sigma_{m,d} = \frac{|M_d|}{W_{el}}$$

Donde:





# Listados

TFM-31-10-cimentacionaATADOS

Fecha: 14/11/17

M <sub>d</sub> : Momento flector de cálculo	M <sub>y,d</sub> <sup>+</sup> : <u>22.95</u> kN·m
	M <sub>y,d</sub> <sup>-</sup> : <u>22.77</u> kN·m
W <sub>el</sub> : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W <sub>el,y</sub> : <u>2874.67</u> cm <sup>3</sup>
f <sub>m,d</sub> : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f <sub>m,y,d</sub> : <u>21.76</u> MPa
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$	
Donde:	
k <sub>mod</sub> : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k <sub>mod</sub> : <u>0.90</u>
Donde:	
Clase de duración de la carga	Clase : <u>Corta duración</u>
Clase de servicio	Clase : <u>1</u>
f <sub>m,k</sub> : Resistencia característica a flexión	f <sub>m,k</sub> : <u>28.00</u> MPa
k <sub>h</sub> : Factor de altura, dado por:	k <sub>h</sub> : <u>1.08</u>
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:	
$k_h = \min\{(600/h)^{0.1}; 1.1\}$	
Donde:	
h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h : <u>280.00</u> mm
g <sub>M</sub> : Coeficiente parcial para las propiedades del material	g <sub>M</sub> : <u>1.25</u>
Resistencia a vuelco lateral:	
σ <sub>m,d</sub> : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	S <sub>m,y,d</sub> <sup>+</sup> : <u>7.98</u> MPa
	S <sub>m,y,d</sub> <sup>-</sup> : <u>7.92</u> MPa
$\sigma_{m,d} =  M_d  / W_{el}$	
Donde:	
M <sub>d</sub> : Momento flector de cálculo	M <sub>y,d</sub> <sup>+</sup> : <u>22.95</u> kN·m
	M <sub>y,d</sub> <sup>-</sup> : <u>22.77</u> kN·m
W <sub>el</sub> : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W <sub>el,y</sub> : <u>2874.67</u> cm <sup>3</sup>
f <sub>m,d</sub> : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f <sub>m,y,d</sub> : <u>21.76</u> MPa
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$	
Donde:	
k <sub>mod</sub> : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k <sub>mod</sub> : <u>0.90</u>
Donde:	
Clase de duración de la carga	Clase : <u>Corta duración</u>
Clase de servicio	Clase : <u>1</u>
f <sub>m,k</sub> : Resistencia característica a flexión	f <sub>m,k</sub> : <u>28.00</u> MPa
k <sub>h</sub> : Factor de altura, dado por:	k <sub>h</sub> : <u>1.08</u>
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:	
$k_h = \min\{(600/h)^{0.1}; 1.1\}$	
Donde:	
h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h : <u>280.00</u> mm
g <sub>M</sub> : Coeficiente parcial para las propiedades del material	g <sub>M</sub> : <u>1.25</u>

Producido por una versión Reducativa de CYPE



$k_{crit}$ : Factor que tiene en cuenta la reducción de la resistencia a flexión debida al vuelco lateral, dado por:

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

Para  $\lambda_{rel,m}^+ \leq 0.75$

$$k_{crit}^+ = 1.0$$

Para  $\lambda_{rel,m}^- \leq 0.75$

$$k_{crit}^- = 1.0$$

Donde:

$I_{rel,m}$ : Esbeltez relativa para vuelco lateral, dada por:

$$I_{rel,m}^+ : \underline{\underline{0.30}}$$

$$I_{rel,m}^- : \underline{\underline{0.17}}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k} \cdot W_{el}}{M_{crit}}}$$

Donde:

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

$$f_{m,k} : \underline{\underline{28.00}} \text{ MPa}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{\underline{2874.67}} \text{ cm}^3$$

$M_{crit}$ : Momento crítico elástico a vuelco lateral por torsión, dado por:

$$M_{crit,y}^+ : \underline{\underline{869.71}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{crit,y}^- : \underline{\underline{2870.06}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{crit,y} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,k} \cdot I_z \cdot G_{0,k} \cdot I_{tor}}}{L_{ef}}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{\underline{10200.00}} \text{ MPa}$$

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

$$G_{0,k} : \underline{\underline{637.50}} \text{ MPa}$$

$I$ : Momento de inercia

$$I_z : \underline{\underline{24845.33}} \text{ cm}^4$$

$I_{tor}$ : Momento de inercia a torsión

$$I_{tor} : \underline{\underline{51660.22}} \text{ cm}^4$$

$L_{ef}$ : Longitud eficaz de vuelco lateral

$$L_{ef}^+ : \underline{\underline{3300.00}} \text{ mm}$$

$$L_{ef}^- : \underline{\underline{1000.00}} \text{ mm}$$

**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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{\quad 0.033 \quad}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N807, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

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:

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

$$s_{m,z,d}^+ : \underline{\quad 0.72 \quad} \text{ MPa}$$

$$s_{m,z,d}^- : \underline{\quad 0.50 \quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = |M_d| / W_{el}$$

Donde:

 $M_d$ : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \underline{\quad 1.64 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d}^- : \underline{\quad 1.12 \quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,z} : \underline{\quad 2258.67 \quad} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,z,d} : \underline{\quad 22.18 \quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$$

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{\quad 0.90 \quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase} : \underline{\quad \text{Corta duración} \quad}$$

Clase de servicio

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

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

$$f_{m,k} : \underline{\quad 28.00 \quad} \text{ MPa}$$

 $k_h$ : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{\quad 1.10 \quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_h = \min\left\{\left(600/h\right)^{0.1}; 1.1\right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{\quad 220.00 \quad} \text{ mm}$$

 $g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{\quad 1.25 \quad}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

Donde:

 $t_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{y,d} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

 $V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.47} \text{ kN}$$

 $A$ : Área de la sección transversal

$$A : \underline{616.00} \text{ cm}^2$$

 $k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

 $g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.313} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

Donde:

 $t_d$ : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$t_{z,d} : \underline{0.72} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

 $V_d$ : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{19.86} \text{ kN}$$

 $A$ : Área de la sección transversal

$$A : \underline{616.00} \text{ cm}^2$$

 $k_{cr}$ : 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:

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{mod}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{mod} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

 $g_M$ : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$g_M : \underline{1.25}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{\text{tor,d}}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

Donde:

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

$$t_{\text{tor,d}} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tor,d}} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor}}$$

Donde:

 $M_{x,d}$ : Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

 $W_{\text{tor}}$ : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor}} : \underline{3040.58} \text{ cm}^3$$

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

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

$$k_{\text{forma}} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{\text{max}}}{b_{\text{min}}} \right\}$$

Donde:

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

$$b_{\text{max}} : \underline{280.00} \text{ mm}$$

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

$$b_{\text{min}} : \underline{220.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{v,d} : \underline{2.30} \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

 $k_{\text{mod}}$ : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

$$k_{\text{mod}} : \underline{0.90}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{3.20} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

4.

MEDICIONES Y PRESUPUESTO



# CUADRO 1 - PRESUPUESTO

## PARTIDA CIMENTACIÓN

CMP010

m<sup>3</sup> Pozo de cimentación de hormigón ciclópeo.

Pozo de cimentación de hormigón ciclópeo, realizado con hormigón HM-15/P/40/I fabricado en central y vertido desde camión (60% de volumen) y bolos de piedra de 15 a 30 cm de diámetro (40% de volumen).

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio		
				unitario	Importe	
<b>1</b>						
<b>Materiales</b>						
mt10hmf010Ly	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-15/P/40/I, fabricado en central.	0,660	60,94	40,22	
mt01arg100a	m <sup>3</sup>	Bolos de piedra de 15 a 30 cm de diámetro.	0,400	19,50	7,80	
					<b>Subtotal materiales:</b>	<b>48,02</b>
<b>2</b>						
<b>Mano de obra</b>						
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,101	18,10	1,83	
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,101	16,94	1,71	
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,809	15,92	12,88	
					<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>16,42</b>
<b>3</b>						
<b>Costes directos complementarios</b>						
			2,000	64,44	1,29	
Coste de mantenimiento decenal: 1,97€ en los primeros 10 años.					<b>Costes directos (1+2+3):</b>	<b>65,73</b>

CAV010

m<sup>3</sup> Viga entre zapatas.

Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60 kg/m<sup>3</sup>, sin incluir encofrado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio		
				unitario	Importe	
<b>1</b>						
<b>Materiales</b>						
mt07aco020a	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	10,000	0,13	1,30	
mt07aco010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	60,000	0,81	48,60	
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,480	1,10	0,53	
mt10haf010nga	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	1,050	76,88	80,72	
					<b>Subtotal materiales:</b>	<b>131,15</b>
<b>2</b>						
<b>Mano de obra</b>						
mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,194	18,10	3,51	
mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,194	16,94	3,29	
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,071	18,10	1,29	
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,283	16,94	4,79	
					<b>Subtotal mano de obra:</b>	<b>12,88</b>
<b>3</b>						
<b>Costes directos complementarios</b>						
			2,000	144,03	2,88	
Coste de mantenimiento decenal: 5,88€ en los primeros 10 años.					<b>Costes directos (1+2+3):</b>	<b>146,91</b>



CHH005

m³ Hormigón de limpieza.

Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio		
				unitario	Importe	
<b>1</b>						
<b>Materiales</b>						
mt10hmf011fb	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	1,050	66,00	69,30	
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>69,30</b>	
<b>2</b>						
<b>Mano de obra</b>						
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,076	18,10	1,38	
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,152	16,94	2,57	
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>3,95</b>	
<b>3</b>						
<b>Costes directos complementarios</b>						
	%	Costes directos complementarios	2,000	73,25	1,47	
Coste de mantenimiento decenal: 1,49€ en los primeros 10 años.					<b>Costes directos (1+2+3):</b>	<b>74,72</b>

CRL010

m² Capa de hormigón de limpieza.

Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio		
				unitario	Importe	
<b>1</b>						
<b>Materiales</b>						
mt10hmf011fb	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	0,105	66,00	6,93	
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>6,93</b>	
<b>2</b>						
<b>Mano de obra</b>						
mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,008	18,10	0,14	
mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,015	16,94	0,25	
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>0,39</b>	
<b>3</b>						
<b>Costes directos complementarios</b>						
	%	Costes directos complementarios	2,000	7,32	0,15	
Coste de mantenimiento decenal: 0,15€ en los primeros 10 años.					<b>Costes directos (1+2+3):</b>	<b>7,47</b>

CHE010

m² Sistema de encofrado para elemento de cimentación.

Montaje y desmontaje de sistema de encofrado recuperable, realizado con paneles metálicos, amortizables en 200 usos para zapata de cimentación.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio	
				unitario	Importe
<b>1</b>					
<b>Materiales</b>					
mt08eme040	m²	Paneles metálicos de varias dimensiones, para encofrar elementos de hormigón.	0,005	52,00	0,26
mt50spa052b	m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	0,020	4,39	0,09
mt50spa081a	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	0,013	13,37	0,17
mt08eme051a	m	Fleje de acero galvanizado, para encofrado metálico.	0,100	0,29	0,03
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,050	1,10	0,06
mt08var060	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,100	7,00	0,70
mt08dba010b	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	0,030	1,98	0,06
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>1,37</b>
<b>2</b>					
<b>Mano de obra</b>					
mo044	h	Oficial 1ª encofrador.	0,303	18,10	5,48
mo091	h	Ayudante encofrador.	0,404	16,94	6,84
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>12,32</b>
<b>3</b>					
<b>Costes directos complementarios</b>					
	%	Costes directos complementarios	2,000	13,69	0,27
<b>Costes directos (1+2+3):</b>					<b>13,96</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

TFM 2017

CAPÍTULOS	RESUMEN	IMPORTE	%
1	Movimiento de tierras	136.019,43	7,23%
2	Cimentaci'on	234.543,34	12,41%
3	Estructura	194.234,13	10,35%
4	Albañilería	126.352.23	6,34%
5	Cubiertas	65.453.445	3,54%
6	Acabados exteriores	36.019,43	1,23%
7	Acabados interiores	234.543,34	2,41%
8	Carpintería exterior	194.234,13	5,35%
9	Carpintería interior	126.352.23	2,38%
10	Cerrajería	65.453.445	2,57%
11	Urbanización	136.019,43	7,23%
12	Jardinería	134.543,34	6,41%
13	Instalaciones	494.234,13	27,35%
14	Varios	126.352.23	1,34%
15	Gestión de residuos	25.453.445	1,54%
16	Seguridad y salud	36.352.23	2,14%
17	Control de calidad	35.453.445	1,54%

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 1.882.134,00 100%

19,00% GG + BI 357.875,23

21,00% IVA 35.355,34

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 2.874.315,34€

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 2.874.315,34€

Asciende el presupuesto general a la expresada coantidad de DOS MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS QUINCE EUROS con TRENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

A 23 de Noviembre de 2017

El promotor

La dirección facultativa

Nota: los datos de partida y referencias tomadas para la elaboración de este resumen de presupuesto son los siguientes:

Modelo 2 de Costes de Referencia a efectos de las ordenanzas fiscales 13 y 10 del Ayuntamiento de Muruzábal para la obtención del PEM

Varios ejemplos de presupuestos reales para porcentajes de los capítulos



5.

PLIEGO DE CONDICIONES



## PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

### Condiciones generales

#### Artículo 1: Naturaleza y objeto del pliego.

El presente pliego de cláusulas administrativas, como parte del proyecto arquitectónico, tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor, al constructor, junto con sus técnicos y encargados, al arquitecto, al arquitecto técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### Artículo 2: Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiere.

2º El presente pliego de cláusulas administrativas.

3º El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto). 4º El estudio de seguridad y salud

5º El proyecto de control de calidad de la edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de control de calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### Condiciones facultativas Artículo 3: El promotor

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

Suscribir los seguros previstos en el Artíc. 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación 38/1999 de 5 de noviembre.

Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

### Artículo 4: El arquitecto como proyectista

El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos

según lo previsto en el apartado 2 del Art. 4 de la Ley de Ordenación de la Edificación, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

Son obligaciones del proyectista:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) y

c) del apartado 1 del Art. 2, de la LOE.

En todo caso y para todos los grupos, en los aspectos concretos correspondientes a sus especialidades y competencias específicas, y en particular respecto de los elementos complementarios a que se refiere el apartado 3 del Art. 2, podrán asimismo intervenir otros técnicos titulados del ámbito de la arquitectura o de la ingeniería, suscribiendo los trabajos por ellos realizados y coordinados por el proyectista. Dichas intervenciones especializadas serán preceptivas si así lo establece la disposición legal reguladora del sector de actividad de que se trate.

Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales. Artículo 5: El arquitecto como director de obra

El director de obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

Son obligaciones del director de obra:

Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.

Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Las relacionadas en el Art. 13, en aquellos casos en los que el director de la obra y el director de la ejecución de la obra sea el mismo profesional, si fuera ésta la opción elegida, de conformidad con lo previsto en el apartado 2.a) del Art. 13.

Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.

Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones precisas para asegurar la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Coordinar, junto al arquitecto técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del proyecto.

Comprobar, junto al arquitecto técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.

Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.

Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### Artículo 6: El arquitecto técnico como director de la ejecución de la obra

El director de la ejecución de la obra es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.

planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el proyecto de seguridad y salud para la aplicación del mismo.

Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.

Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del arquitecto y del constructor.

Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al arquitecto.

Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

#### Artículo 7: El constructor

El constructor es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.

Son obligaciones del constructor:

Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles



para actuar como constructor.

Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.

Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.

Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

Suscribir las garantías previstas en el Artíc. 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación.

Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.

Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el de control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.

Facilitar al arquitecto técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

Preparar las certificaciones parciales de obra de obra y la propuesta de liquidación final.

Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

Facilitar el acceso a la obra, a los laboratorios y entidades de control de calidad contratado y debidamente homologado para el cometido de sus funciones.

#### Artículo 8: El coordinador de seguridad y salud

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que el constructor y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artíc. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el constructor y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinado.

#### Artículo 9: Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de

acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### Artículo 10: Los suministradores de productos.

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

Son obligaciones del suministrador:

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### Artículo 11: Los propietarios y los usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios, sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento, contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

#### Obligaciones y derechos del constructor

##### Artículo 12: Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

##### Artículo 13: Plan de seguridad y salud

El constructor, a la vista del proyecto de ejecución, conteniendo en su caso el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del arquitecto o arquitecto técnico de la dirección facultativa, autor del citado estudio.

##### Artículo 14: Proyecto de control de calidad

El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el arquitecto o arquitecto técnico de la dirección facultativa; y los criterios, características y condiciones que debe cumplir la ejecución de las unidades de obra y la obra en su conjunto.

##### Artículo 15: Oficina en la obra

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en la que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el constructor a disposición de la dirección facultativa:

El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el arquitecto.

La licencia de obras.

El libro de órdenes y asistencia.

El plan de seguridad y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.

El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.

El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.

La documentación de los seguros suscritos por el constructor. Artículo 16: Representación del constructor. Jefe de obra

El constructor viene obligado a comunicar al promotor la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones completan la contrata.

Sus funciones serán las del constructor.

La falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al arquitecto para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### Artículo 17: Presencia del constructor en la obra

El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al arquitecto y al arquitecto técnico en las visitas que hagan a la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

#### Artículo 18: Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación del constructor ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Cualquier variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 o del total del presupuesto en más de un 10 por 100 requiere reformado de proyecto, con consentimiento expreso del promotor.

#### Artículo 19: Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El constructor podrá requerir del arquitecto o del arquitecto técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos del pliego de cláusulas administrativas o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al constructor, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias suscribiendo

con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del arquitecto técnico como del arquitecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### Artículo 20. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el constructor quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del arquitecto, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el pliego de cláusulas administrativas correspondiente.

Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el constructor salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

#### Artículo 21: Recusación por el constructor del personal nombrado por el arquitecto

El constructor no podrá recusar a los arquitectos, aparejadores, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el Artíc. precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

#### Artículo 22: Faltas del personal

El arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al constructor para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

#### Artículo 23: Subcontratas

El constructor podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros constructores e industriales, con sujeción a lo estipulado en este pliego de condiciones, y sin perjuicio de sus obligaciones como constructor de la obra.

Prescripciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares Artículo 24: Accesos y vallados

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El arquitecto técnico podrá exigir su modificación o mejora.

#### Artículo 25. Replanteo

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base para replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del constructor e incluidos en su oferta

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del arquitecto técnico y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el arquitecto, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

#### Artículo 26. Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El constructor dará comienzo a las obras de forma que la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el constructor dar cuenta al arquitecto y al arquitecto técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

#### Artículo 27. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del constructor, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

#### Artículo 28. Facilidades para otros constructores

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el constructor deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los demás constructores que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre constructores por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, los constructores estarán a lo que resuelva la dirección facultativa. Artículo 29. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el arquitecto en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### Artículo 30. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos

prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del arquitecto. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### Artículo 31. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

La carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa no excusarán al constructor del cumplimiento de los plazos de obra estipulados, a excepción del caso en que, habiéndolos solicitado por escrito, no se le hubiesen proporcionado.

#### Artículo 32. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el arquitecto o el arquitecto técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el Artíc. 7.

#### Artículo 33. Documentación de obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al arquitecto; otro al aparejador; y el tercero, al constructor, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### Artículo 34. Trabajos defectuosos

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica del pliego de condiciones, en el presupuesto, en el proyecto de calidad, en los planos y en cualquier otro documento del proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dichos documentos.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al arquitecto técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el arquitecto técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas o reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del constructor. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el arquitecto de la obra, quien resolverá.

#### Artículo 35. Vicios ocultos

Si el arquitecto técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán por cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario serán por cuenta del promotor.

#### Artículo 36. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca convenientemente, excepto en los casos en que el proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al arquitecto técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### Artículo 37. Presentación de muestras

A petición del arquitecto, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

#### Artículo 38. Materiales no utilizables

El constructor, a su costa, trasportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc. que no sean utilizables en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre su retirada o transporte a vertedero, se retirarán de ella cuando así lo ordene el arquitecto técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### Artículo 39. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en el proyecto, o no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el arquitecto a instancias del arquitecto técnico, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor cargando los gastos al constructor.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del arquitecto, se recibirán, pero con la rebaja de precio que aquél determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### Artículo 40. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos, realizados por laboratorios y entidades de control de calidad, que intervengan en la ejecución de las obras, serán por cuenta del constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá realizarse de nuevo, a cargo del constructor.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

#### Artículo 41. Limpieza de las obras

Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto y cumpla las condiciones de seguridad y salubridad.

#### Artículo 42. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

#### De las recepciones de edificios y obras anejas Artículo 43. Acta de recepción

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada al menos por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

Las partes que intervienen.

La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.

El precio final de la ejecución material de la obra.

La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando éstas, en su caso, de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si, transcurridos 30 días desde la fecha indicada, el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

#### Artículo 44. De las recepciones provisionales

La recepción provisional se realizará con la intervención del promotor, del constructor, del arquitecto y del arquitecto técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

#### Artículo 45. Documentación final de la obra. Libro del edificio

El arquitecto, asistido por el constructor y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor.

Dicha documentación se adjuntará al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### Artículo 46. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el arquitecto técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el arquitecto con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### Artículo 47. Plazo de garantía

El plazo de garantía será de 9 meses.

#### Artículo 48. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del constructor.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del constructor.

#### Artículo 49. De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

#### Artículo 50. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el arquitecto director marcará al constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

## Artículo 51. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el constructor vendrá obligado a retirar, en el plazo de meses, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc. a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según esté dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del arquitecto director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

El presente pliego de cláusulas administrativas facultativas es suscrito en prueba de conformidad por el promotor y el constructor por cuádruplicado, uno para cada una de las partes, el tercero para el arquitecto director y el cuarto para el expediente del proyecto depositado en el Colegio Oficial de Arquitectos, el cual se conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

## Condiciones económicas

### Artículo 1. Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

El promotor, el constructor y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### Fianzas

#### Artículo 2. Procedimientos

El constructor prestará fianza mediante el siguiente procedimiento: Sistema: Depósito previo

Porcentaje del presupuesto de contrata: 10%

#### Artículo 3. Fianza en subasta pública

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será sobre el total del Presupuesto de contrata.

El constructor a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 %) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la construcción de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falla de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### Artículo 4. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el constructor se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el arquitecto director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### Artículo 5. Devolución de fianzas

La fianza retenida será devuelta al constructor en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el constructor le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...



#### Artículo 6. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del arquitecto director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el constructor a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

De los precios

#### Artículo 7. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc. los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales, y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como el 13 % de la suma de los costes directos e indirectos.

El beneficio industrial del constructor se establece en el 6 % sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la Administración.

Se denominará precio de ejecución material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial y gastos generales.

#### Artículo 8. Precio de contrata

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

#### Artículo 9. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el promotor por medio del arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El constructor estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el arquitecto y el constructor antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo de 15 días. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### Artículo 10. Reclamación de aumento de precios

Si el constructor, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el constructor los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el pliego de cláusulas administrativas.

#### Artículo 12. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3%) del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superior a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión, percibiendo el constructor la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

#### Artículo 13. Acopio de materiales

El constructor queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el promotor, son de la exclusiva propiedad de éste. De su guarda y conservación será responsable el constructor.

Valoración y abono de los trabajos Artículo 14. Forma de abono de las obras

El abono de los trabajos se efectuará según un tanto alzado por unidad de obra.

Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al constructor el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

#### Artículo 15. Relaciones valoradas y certificaciones

Con periodicidad mensual, formará el constructor una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el aparejador.

Lo ejecutado por el constructor en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorios y especiales, etc.

Al constructor, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el arquitecto técnico los datos correspondientes a la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el constructor examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones y reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el arquitecto director aceptará o rechazará las reclamaciones del constructor si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el promotor contra la resolución del arquitecto director en la forma prevenida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el arquitecto director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se hayapreestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al promotor, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones

que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración de refiere. En el caso de que el arquitecto director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### Artículo 16. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el constructor, incluso con autorización del arquitecto director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio del arquitecto director, no tendrá derecho, sin embargo, mas que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra en estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### Artículo 17. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados por partida alzada, se efectuarán de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

Si existen precios contratados para similares unidades de obra, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados para iguales o similares unidades de obra, la partida alzada se abonará íntegramente al constructor, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el arquitecto director indicará al constructor, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y los jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje fijado en el presente pliego en concepto de gastos generales y beneficio industrial del constructor.

#### Artículo 18. Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del constructor, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el constructor la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado de la contrata.

Estos gastos se reintegrarán mensualmente al constructor. Artículo 19. Pagos

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el arquitecto director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

#### Artículo 20. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el constructor a su debido tiempo, y el arquitecto director exigiera su realización

durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en este pliego, en el caso de que dichos precios fueran inferiores a los que rijan en la época de su realización.

Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido este utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencias de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al constructor.

Indemnizaciones mutuas

#### Artículo 21. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo de la fianza. Artículo 22. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el constructor tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5 % anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la

mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho pago, tendrá derecho el constructor a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante, lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud del constructor fundada en dicha demora de pagos, cuando el constructor no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o materiales acopiados admisibles la parte del presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

Varios

#### Artículo 23. Mejoras, aumento y/o reducciones de obra

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el arquitecto director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el arquitecto director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el arquitecto director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### Artículo 24. Unidades de obra defectuosas, pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del arquitecto director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al constructor, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder dicho plazo.

#### Artículo 25. Seguro de las obras

El constructor estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que esta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al constructor se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del constructor, hecha en documento público, el promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de construcción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el constructor pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de los daños causados al constructor por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el arquitecto director.

En las obras de reforma o reparación, se fijará previamente la porción del edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el constructor, antes de contratarlos, en conocimiento del promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### Artículo 26. Conservación de la obra

Si el constructor, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que el edificio no haya sido ocupado por el promotor, antes de la recepción definitiva, el arquitecto director, en representación del promotor, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo

ello por cuenta del constructor.

Al abandonar el constructor el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el arquitecto director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del constructor, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, mueble, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el constructor a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

#### Artículo 27. Uso por el constructor de edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras el constructor ocupe edificios, con la necesaria y previa autoridad del promotor, o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición, ni por las mejoras hechas en el edificio, propiedades o materiales que haya utilizado.

En caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el constructor con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

#### Artículo 28. Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del constructor.

El presente pliego de cláusulas administrativas económicas es suscrito en prueba de conformidad por el promotor y el constructor por cuadruplicado, uno para cada una de las partes, el tercero para el arquitecto director y el cuarto para el expediente del proyecto depositado en el colegio oficial de arquitectos, al cual se conviene que hará fe de su contenido en caso de dudas o discrepancias.

### C o n d i c i o n e s d e í n d o l e l e g a l

#### Artículo 1. Constructor

Pueden ser constructores los españoles u extranjeros que se hallan en posesión de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y las sociedades y compañías legalmente constituidas y reconocidas en España.

Quedan exceptuados:

Los que se hallen procesados criminalmente, si hubiese recaído sobre ellos auto de prisión.

Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.

Los que estuviesen apremiados como deudores a los caudales públicos en concepto de segundos contribuyentes.

Los que en contratos anteriores con la Administración o con particulares hubieran faltado reconocidamente a sus compromisos.

#### Artículo 2. Contrato

La ejecución de las obras se contrata por unidades de obra, ejecutadas con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas.

#### Artículo 3. Adjudicación

Las obras se adjudican por subasta, por lo que será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del proyecto.

La subasta se celebrará en el lugar y ante las personas que señale su convocatoria, entre las que figuran el arquitecto director o persona delegada, un representante del promotor y un delegado por los concursantes.

El arquitecto director tendrá la facultad de proponer al promotor el establecimiento de un tope de baja (secreto), por debajo del cual serán rechazadas todas las propuestas.

#### Artículo 5. Formalización del contrato

Los contratos se formalizarán mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El cuerpo de este documento contendrá: la parte del acta de subasta que haga referencia exclusivamente a la proposición del rematante, o sea, la declarada más ventajosa; la comunicación de adjudicación, copia del recibo de depósito de la fianza, en el caso de que se haya exigido, y una cláusula en la que se exprese terminantemente que el constructor se obliga al cumplimiento exacto del contrato, conforme a lo previsto en el pliego de condiciones del proyecto y de la contrata, en los planos, memoria y en el presupuesto, es decir, en todos los documentos del proyecto.

El constructor, antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad al pie del pliego de cláusulas administrativas que ha de regir a la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne la contrata.

#### Artículo 6. Arbitraje obligatorio

Ambas partes se comprometen a someterse en sus diferencias al arbitraje de amigables componedores, designados uno de ellos por el promotor, otro por el constructor y tres arquitectos por el colegio oficial correspondiente, uno de los cuales será forzosamente el director de la obra.

#### Artículo 7. Jurisdicción competente

En caso de no haberse llegado a un acuerdo, por el anterior procedimiento, ambas partes quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones que puedan surgir como derivadas de su contrato, a las autoridades y tribunales administrativos, con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese enclavada la obra.

#### Artículo 8. Responsabilidad del constructor

El constructor es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto.

Como consecuencia de esto, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el arquitecto director haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### Artículo 9. Accidentes de trabajo

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el constructor se atenderá a lo dispuesto a estos aspectos en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectado el promotor o la dirección técnica por responsabilidades en cualquier aspecto.

El constructor está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o a los viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra, huecos de escalera, ascensores, etc.

En los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el constructor lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales. Será preceptivo que en el tablón de anuncios de la obra y durante todo su transcurso figure el presente Artíc. del pliego de condiciones generales de índole legal, sometiéndolo previamente a la firma del arquitecto técnico.



# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el Artíc. 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las Características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus calidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el Artíc. 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el Artíc.7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el Artíc. 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al Artíc. 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

## Hormigones

### HORMIGÓN ESTRUCTURAL

#### Condiciones de suministro

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transote deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.



## Recepción y control

Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:

Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.

Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.

Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.

## Inspecciones

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

Nombre de la central de fabricación de hormigón.

Número de serie de la hoja de suministro.

## Fecha de entrega.

Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.

Especificación del hormigón.

## Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)

Conservación, almacenamiento y manipulación

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

## Recomendaciones para su uso en obra

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Hormigonado en tiempo frío:

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigonea en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

en tiempo caluroso:

Hormi

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

## Aceros para hormigón armado ACEROS CORRUGADOS

### Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

## Recepción y control Inspecciones

### Control de la documentación:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.

En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.

### Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

### Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

## MALLAS ELECTROSOLDADAS

### Condiciones de suministro

Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

### Recepción y control Inspecciones

#### Control de la documentación

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia, y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

### Morteros hechos en obra

#### Condiciones de suministro

El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar:

En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.

La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.

El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

#### Recepción y control Inspecciones

Si ciertos tipos de mortero necesitan equipamientos, procedimientos o tiempos de amasado especificados para el amasado en obra, se deben especificar por el fabricante. El tiempo de amasado se mide a partir del momento en el que todos los componentes se han adicionado.

#### Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Los morteros deben estar perfectamente protegidos del agua y del viento, ya que, si se encuentran expuestos a la acción de este último, la mezcla verá reducido el número de finos que la componen, deteriorando sus características iniciales y por consiguiente no podrá ser utilizado. Es aconsejable almacenar los morteros secos en silos.

#### Recomendaciones para su uso en obra

Para elegir el tipo de mortero apropiado se tendrá en cuenta determinadas propiedades, como la resistencia al hielo y el contenido de sales solubles en las condiciones de servicio en función del grado de exposición y del riesgo de saturación de agua.

En condiciones climatológicas adversas, como lluvia, helada o excesivo calor, se tomarán las medidas oportunas de protección.

El amasado de los morteros se realizará preferentemente con medios mecánicos. La mezcla debe ser batida hasta conseguir su uniformidad, con un tiempo mínimo de 1 minuto. Cuando el amasado se realice a mano, se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizando como mínimo tres batidas.

El mortero se utilizará en las dos horas posteriores a su amasado. Si es necesario, durante este tiempo se le podrá agregar agua para compensar su pérdida. Pasadas las dos horas, el mortero que no se haya empleado se desechará.

### MORTERO PARA REVOCO Y ENLUCIDO

#### Condiciones de suministro

El mortero se debe suministrar en sacos de 25 ó 30 kg.

Los sacos serán de doble hoja de papel con lámina intermedia de polietileno.

#### Recepción y control Inspecciones

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

#### Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

Se podrá conservar hasta 12 meses desde la fecha de fabricación con el embalaje cerrado y en local cubierto y seco.

#### Recomendaciones para su uso en obra

Se respetarán, para cada amasado, las proporciones de agua indicadas. Con el fin de evitar variaciones de color, es importante que todos los amasados se hagan con la misma cantidad de agua y de la misma forma.

Temperaturas de aplicación comprendidas entre 5°C y 30°C.

No se aplicará con insolación directa, viento fuerte o lluvia. La lluvia y las heladas pueden provocar la aparición de manchas y carbonataciones superficiales.

Es conveniente, una vez aplicado el mortero, humedecerlo durante las dos primeras semanas a partir de 24 horas después de su aplicación. Al revestir áreas con diferentes soportes, se recomienda colocar malla.

### Conglomerantes CEMENTO

#### Condiciones de suministro

El cemento se suministra a granel o envasado.

El cemento a granel se debe transportar en vehículos, cubas o sistemas similares adecuados, con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen la perfecta conservación del cemento, de forma que su contenido no sufra alteración, y que no alteren el medio ambiente.

El cemento envasado se debe transportar mediante palets o plataformas similares, para facilitar tanto su carga y descarga como su manipulación, y así permitir mejor trato de los envases.

El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70°C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40°C.

Recepción y control Inspecciones

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

## Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

Conservación, almacenamiento y manipulación

Los cementos a granel se almacenarán en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

En cementos envasados, el almacenamiento deberá realizarse sobre palets o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.

Recomendaciones para su uso en obra

La elección de los distintos tipos de cemento se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar:

Los factores climáticos: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento.

Los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero: colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.

Las clases de exposición ambiental.

Los cementos que vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos.

Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido o de zona de carrera de mareas.

## Forjados

Elementos resistentes de hormigón armado para forjados Condiciones de suministro

Los elementos prefabricados se deben apoyar sobre las cajas del camión de forma que no se introduzcan esfuerzos en los elementos no contemplados en el proyecto.

La carga deberá estar atada para evitar movimientos indeseados de la misma.

Las piezas deberán estar separadas mediante los dispositivos adecuados para evitar impactos entre las mismas durante el transporte.

Recepción y control Inspecciones

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

## Ensayo

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

## Conservación, almacenamiento y manipulación

Las zonas de acopios serán lugares suficientemente grandes para que se permita la gestión adecuada de

los mismos sin perder la necesaria trazabilidad, a la vez que sean posibles las maniobras de camiones o grúas, en su caso.

Para evitar el contacto directo con el suelo, se apilarán horizontalmente sobre durmientes de madera, que coincidirán en la misma vertical, con vuelos no mayores de 0,5 m y con una altura máxima de pilas de 1,50m.

#### Recomendaciones para su uso en obra

El montaje de los elementos de hormigón armado deberá ser conforme con lo establecido en el proyecto.

En función del tipo de elemento de hormigón armado, puede ser necesario que el montaje sea efectuado por personal especializado y con la debida formación.

#### Forjados de madera Condiciones de suministro

Los módulos se deben suministrar en paquetes que los protejan de los cambios de humedad y de las agresiones mecánicas.

##### Recepción y control Inspecciones

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

#### Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará en su embalaje.

Se mantendrán en lugares cubiertos, secos y bien ventilados.

Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas.

#### Aislantes e impermeabilizantes

##### AISLANTES DE LANA DE ROCA Y DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ALBERGUE)

##### Condiciones de suministro

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos en sus seis caras.

Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

##### Recepción y control Inspecciones

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Si el material ha de ser componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará el valor del factor de resistencia a la difusión del agua.

#### Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### Conservación, almacenamiento y manipulación

Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.

Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y limpias.

Se protegerán de la insolación directa y de la acción del viento.

##### Recomendaciones para su uso en obra

Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

#### LÁMINAS DRENANTES

##### Condiciones de suministro

Las láminas se deben transportar preferentemente en palets retractilados y, en caso de pequeños acopios, en rollos sueltos.

Cada rollo contendrá una sola pieza o como máximo dos. Sólo se aceptarán dos piezas en el 3% de los rollos de cada partida y no se aceptará ninguno que contenga más de dos piezas. Los rollos irán protegidos. Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos para evitar su deterioro.

Recepción y control Inspecciones

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Condiciones de almacenamiento.

Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Conservación, almacenamiento y manipulación

Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, apilados en posición horizontal con un máximo de cuatro hiladas puestas en el mismo sentido, a temperatura baja y uniforme, protegidos del sol, la lluvia y la humedad en lugares cubiertos y ventilados, salvo cuando esté prevista su aplicación.

## Carpintería y cerrajería

### PUERTAS DE MADERA

Condiciones de suministro

Las puertas se deben suministrar protegidas, de manera que no se alteren sus características. Recepción y control

Inspecciones

En cada suministro de este material que llegue a la obra se debe controlar como mínimo:

La escuadría y planeidad de las puertas.

Verificación de las dimensiones.

Ensayos

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará conservando la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación, en su caso, del acristalamiento.

Recomendaciones para su uso en obra

La fábrica que reciba la carpintería de la puerta estará terminada, a falta de revestimientos. El cerco estará colocado y plomado.

Antes de su colocación se comprobará que la carpintería conserva su protección. Se repasará el ajuste de herrajes y la nivelación de hojas.

## Vidrios

### VIDRIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Condiciones de suministro:

Los vidrios se deben transportar en grupos de 40 cm de espesor máximo y sobre material no duro.

Los vidrios se deben entregar con corchos intercalados, de forma que haya aireación entre ellos durante el transporte.

Recepción y control Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se realizará protegido de acciones mecánicas tales como golpes, rayaduras y sol directo y de acciones químicas como impresiones producidas por la humedad.

Se almacenarán en grupos de 25 cm de espesor máximo y con una pendiente del 6% respecto a la vertical.

Se almacenarán las pilas de vidrio empezando por los vidrios de mayor dimensión y procurando poner siempre entre cada vidrio materiales tales como corchos, listones de madera o papel ondulado. El contacto de una arista con una cara del vidrio puede provocar rayas en la superficie. También es preciso procurar que todos los vidrios tengan la misma inclinación, para que apoyen de forma regular y no haya cargas puntuales.

Es conveniente tapar las pilas de vidrio para evitar la suciedad. La protección debe ser ventilada.

La manipulación de vidrios llenos de polvo puede provocar rayas en la superficie de los mismos.

#### Recomendaciones para su uso en obra

Antes del acristalamiento, se recomienda eliminar los corchos de almacenaje y transporte, así como las etiquetas identificativas del pedido, ya que de no hacerlo el calentamiento podría ocasionar roturas térmicas.

Unidad de obra adl010: desbroce y limpieza del terreno con arbustos.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.

Inspección ocular del terreno. Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

#### DEL CONTRATISTA.

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Zaragoza, Noviembre de 2017  
Los Técnicos autores del Proyecto

Arquitectos

Fdo.: Miriam Solanas Laguna  
Luis Franco Lahoz



