

Proyecto de rehabilitación constructiva de vivienda unifamiliar aislada para alojamiento de turismo rural, situada en Ortigueira (A Coruña).

I – MEMORIA

RESUMEN

El presente Proyecto de Fin de Grado trata sobre la rehabilitación constructiva y mejora energética de una vivienda unifamiliar tradicional, situada en la parroquia de San Claudio, municipio de Ortigueira, provincia de A Coruña.

La finalidad del proyecto es devolver las condiciones de habitabilidad a la vivienda para darle un nuevo uso como Alojamiento de Turismo Rural, garantizando el confort de los usuarios y cumpliendo toda la normativa de aplicación.

La vivienda está ubicada en una zona rural, con construcciones aisladas, dispersas y de arquitectura y estética tradicional gallega, por lo que su uso como alojamiento de turismo rural encaja con las características del entorno y las propias de la construcción de la vivienda. Para mantener la estética tradicional, las actuaciones proyectadas emplean materiales y soluciones constructivas semejantes que respetan la tipología de la construcción tradicional gallega.

El contenido del proyecto sigue las pautas descritas en el Anejo I del CTE, con los siguientes apartados:

- I- Memoria
 - a. Memoria descriptiva
 - b. Memoria constructiva
 - c. Cumplimiento del CTE
 - d. Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones
 - e. Anejos a la memoria
- II- Planos
- III- Pliego de condiciones
- IV- Presupuesto

PALABRAS CLAVE

Rehabilitación, construcción tradicional, proyecto, vivienda rural

A Coruña, 2023

María Belén Ramos Armada
Estudiante de Arquitectura Técnica

ABSTRACT

This Final Degree Project is about the constructive rehabilitation and energetic improvement of a traditional single house, located in the parish of San Claudio, municipality of Ortigueira, province of A Coruña.

The purpose of the project is to return the habitability conditions to the house to give it a new use as Rural Tourism Accommodation, guaranteeing the comfort of the users and complying with all the applicable regulations.

The house is located in a rural area, with isolated, scattered constructions and traditional Galician architecture and aesthetics, so its use as rural tourism accommodation fits in with the characteristics of the environment and those of the construction of the house. To maintain the traditional aesthetic, the projected actions use similar materials and construction solutions that respect the typology of traditional Galician construction.

The content of the project follows the guidelines described in Annex I of the CTE, with the following sections:

- I- Memory
 - a. Descriptive memory
 - b. Constructive memory
 - c. Compliance with the CTE
 - d. Compliance with other regulations and provisions
 - e. Appendices to memory
- II- Plans
- III- Specifications of conditions
- IV- Budget

KEYWORDS

Rehabilitation, traditional construction, project, rural housing

A Coruña, 2023

María Belén Ramos Armada
Technical Architecture Student

Índice

1. MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1. OBJETO	4
1.2. AGENTES.....	5
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y SU ENTORNO.....	5
1.4. FICHA CATASTRAL.....	6
1.5. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA	7
1.6. FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO ACTUAL.....	10
1.7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ESTADO REFORMADO	17
1.8. PRESTACIONES DEL EDIFICIO.....	19
1.9. MARCO LEGAL.....	21
2. MEMORIA CONSTRUCTIVA	32
2.1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO.....	32
2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL	32
2.3. SISTEMA ENVOLVENTE.....	33
2.4. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN	36
2.5. SISTEMAS DE ACABADOS	36
2.6. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES	41
2.7. EQUIPAMIENTOS.....	45
3. ANEXOS.....	49
3.1. DB-SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL	49
3.2. DB-SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.....	230
3.3. DB-SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD	237
3.4. DB-HS SALUBRIDAD	246
3.5. DB-HR. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.....	296
3.6. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA.....	303
3.7. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS (RITE).....	319
3.8. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	326
3.9. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT).....	346
3.10. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA Y DEMOLICIÓN.....	357
3.11. CONTROL DE CALIDAD	370
3.12. HABITABILIDAD.....	411
3.13. SEGURIDAD Y SALUD.....	411

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. OBJETO

El siguiente documento se presenta como Proyecto de Fin de Grado en la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica por la alumna Belén Ramos Armada para la consiguiente obtención del título de Graduada en Arquitectura Técnica y se ha realizado bajo la dirección del profesor D. Álvaro Iglesias Maceiras.

En este proyecto se plantea la rehabilitación integral de una vivienda tradicional gallega existente llamada históricamente **Casa - Torre Tras do Río** situada en el Concello de Ortigueira en la parroquia de San Claudio para su posterior uso turístico como vivienda rural. La solución adoptada se ha realizado teniendo en cuenta el carácter tradicional de dicha vivienda y las condiciones arquitectónicas propias de la zona.

La parcela sobre la que se asienta la vivienda acoge dos edificaciones adosadas que comparten uno de sus muros de carga y ya desde la construcción de la última de ellas disponen de conexión horizontal por lo que para el presente proyecto se considera todo su volumen como la edificación principal. Anexa a la vivienda más antigua se encuentra un alpendre de la misma tipología que se ha planteado en la rehabilitación como recepción para los futuros huéspedes.

En la actualidad la edificación principal se encuentra en estado de abandono llevando 40 años deshabitada y habiéndose efectuado únicamente un arreglo provisional de la cubierta inferior hace 10 años. En el caso del alpendre carece de cubierta por el deterioro sufrido y como consecuencia parte de sus muros perimetrales han perdido volumen. La parcela cuenta con parte de un antiguo muro de cierre que se encuentra muy deteriorado por lo que por su tamaño y estado será retirado. No se contemplan en este proyecto actuaciones de urbanización sobre el terreno de la parcela a mayores de la construcción de una rampa de acceso que comunique la carretera de acceso principal "Tras do río" con la puerta de entrada, en el resto de la finca solo se realizarán tareas de limpieza y desbroce.

Pese a esto la edificación principal no presenta riesgo aparente de derrumbe ni grandes filtraciones de lluvia por su cubierta por lo que sus muros tradicionales de piedra y sus forjados de madera no están tan deteriorados como cabría esperar.

En este proyecto se plantean actuaciones que permitan devolver la estabilidad estructural a la edificación, la mejora desde el punto de vista técnico, así como el cumplimiento de los requisitos energéticos actuales y demás normativa aplicable. Todo ello respetando la tipología de la vivienda tradicional gallega y en especial las características de las edificaciones propias de la zona en su estética como constructivamente. También se plantea la restauración y conservación de todos los elementos estructurales cuyo estado lo permita.

Las actuaciones descritas además de perseguir la mejora energética y funcional se plantean con el objetivo del uso y calificación futura de la vivienda objeto como establecimiento de turismo rural.

Las actuaciones planteadas no presentan una variación de volumetría ni del sistema estructural de la edificación existente por lo que dichos trabajos están contemplados por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.) como competencias de los Arquitectos Técnicos en su apartado 1 del artículo 2.

En la documentación aportada para la redacción de este proyecto se recogen todas las condiciones y justificaciones que deberá cumplir el mismo para poder llevar a cabo correctamente las actuaciones de rehabilitación descritas.

1.2. AGENTES

Los agentes e intervinientes para la redacción y futura ejecución del presente proyecto, serán los siguientes:

Promotor	La propiedad de la vivienda
Proyectista	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAT
Director de obra	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAT
Director de ejecución	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAT
Autor del estudio de seguridad y salud	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAT
Coordinador de Seguridad y Salud	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAT

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y SU ENTORNO

1.3.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La parcela objeto del presente proyecto está ubicada en la parroquia de San Claudio perteneciente al Concello de Ortigueira, en la provincia de A Coruña. Está a 516 metros de la costa con una altitud de 0 m. Su dirección exacta es *Lugar tras do Río, 39, 15368 Ortigueira, La Coruña*.

El entorno de la parcela se observa en los planos de situación, así como en el de emplazamiento. En este entorno se aprecia la ubicación rural a la que pertenece la vivienda, no contando con ninguna edificación cercana, algo alejada del propio núcleo de la parroquia y a una distancia de cinco kilómetros del pueblo de Ortigueira.




Imagen 1: Imagen aérea de Google Maps 2021.

1.4. FICHA CATASTRAL

La parcela está compuesta por tres referencias catastrales diferentes:

- **15062A073017120000TB**, de 2379 m² de superficie; se corresponde con el terreno sobre el que se asientan todas las edificaciones.
- **000203900NJ93C0001TA**, con una superficie de 89 m²; pertenece a la vivienda más antigua, edificada en 1790.
- **000203800NJ93C0001LA**, vivienda edificada en 1850, con una superficie construida de 272 m².



SECRETARÍA DE ESTADO DE FISCALIDAD
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 000203900NJ93C0001TA

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
LG TRAS RIO 39
15368 ORTIGUEIRA [A CORUÑA]

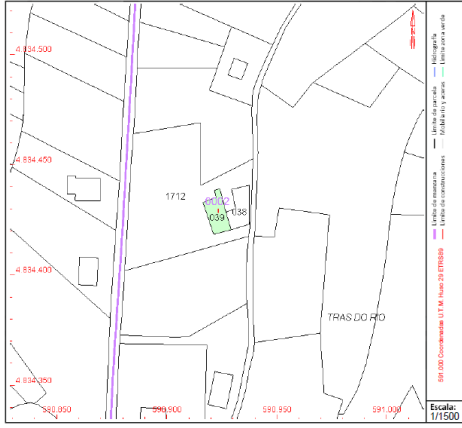
Clase: URBANO
Uso principal: Residencial
Superficie construida: 89 m²
Año construcción: 1790

Construcción

Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m ²
VIVIENDA	1011A	89


PARCELA

Superficie gráfica: 142 m²
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo: Parcela construida sin división horizontal



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Imagen 2: Referencia 15062A073017120000TB.



SECRETARÍA DE ESTADO DE FISCALIDAD
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 15062A073017120000TB

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 73 Parcela 1712
TRAS DO RIO. ORTIGUEIRA [A CORUÑA]

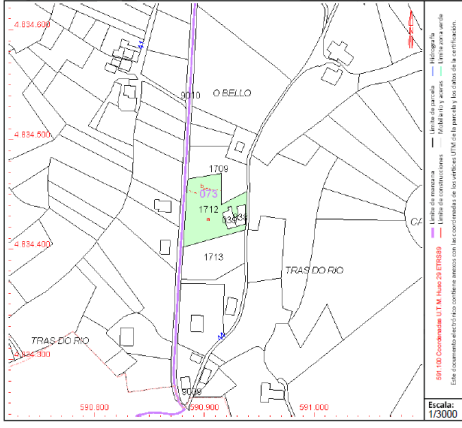
Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida:
Año construcción:

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
a	C- Labor o Labradío secano	02	1.970
b	RI Arboles de ribera	00	409

PARCELA

Superficie gráfica: 2.379 m²
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Imagen 3: Referencia 000203900NJ93C0001TA.

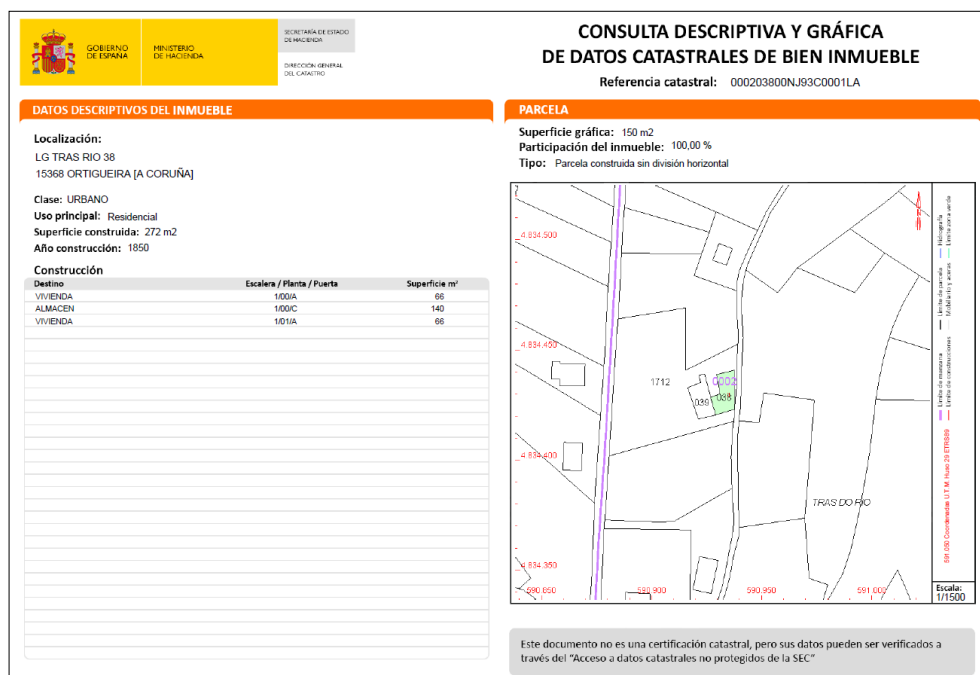


Imagen 4: Referencia 000203800NJ93C0001LA.

Como se muestra en la documentación anterior, la parcela formada por las tres referencias catastrales tiene una superficie de 2379 m² según la medición del catastro y, según la medición topográfica, cuenta con 2504 m². En cuanto a la edificación, la superficie total construida son 274 m², según la documentación catastral, y 285,92 m², según la medición topográfica.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA

1.5.1. MORFOLOGÍA Y LINDES

La parcela tiene una forma aérea irregular trapezoidal y se encuentra sobre un terreno con un desnivel entre la zona superior y la inferior de 9,60 metros. Su acceso rodado principal a través de la carretera secundaria *Tras do río* se encuentra lindando con el muro de cierre superior de la vivienda, el extremo de la parcela opuesto a éste linda con la carretera *DP 6108 – Casa da horta*, delimitándose así la extensión de la parcela en su orientación norte y sur.

Sus lindes de parcela, como se representa en el plano 03 - *Normativa Urbanística Estado Reformado*, tienen las siguientes longitudes y colindantes:

- NORTE: Parcela rústica de uso agrario con referencia catastral: 15062A073017090000TB.
- SUR: Parcela rústica de uso agrario con referencia catastral: 15062A073017130000TY.
- ESTE: Carretera *Tras do río*.
- OESTE: Carretera *DP 6108 – Casa da horta*.

1.5.2. ORIENTACIÓN

Se ha tomado como eje principal el paralelo a las fachadas de mayor longitud de la primera vivienda construida en el año 1790. Este eje se corresponde con la orientación norte, estando así cada una de sus fachadas orientadas de la siguiente forma.

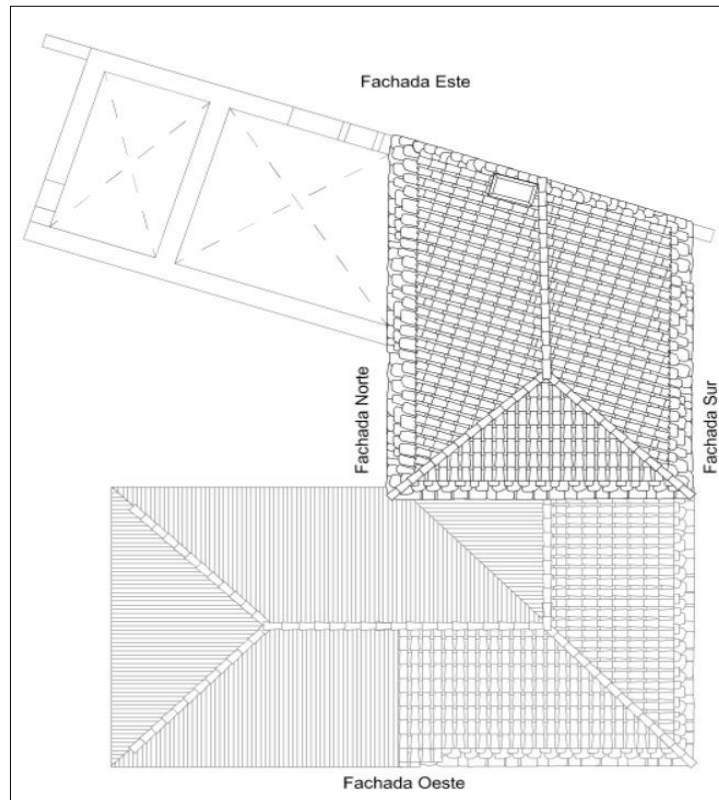


Imagen 5: Orientación fachadas

1.5.3. TOPOGRAFÍA

El terreno sobre el que se asienta la edificación cuenta con un desnivel entre el punto más bajo y el más alto de 9,60 metros, este desnivel se corresponde a la orientación norte. En la orientación oeste, transversal a la mencionada anteriormente, el desnivel es mucho menor teniendo 0,70 metros.

Con el objetivo de conocer la orografía y superficie real de la parcela objeto se ha realizado un levantamiento topográfico por técnico competente no adjunto al presente proyecto por su carácter académico y del que no se dispone documentación adicional a la superficie obtenida y las secciones del terreno presentes en los planos correspondientes.

1.5.4. ESTUDIO GEOTÉCNICO

En el Código Técnico de la Edificación se establece que para la redacción de un proyecto de rehabilitación es necesario incluir un estudio geotécnico realizado por técnico competente que incluya la documentación necesaria para verificar la aptitud y estado del terreno previo al planteamiento y futura ejecución de los trabajos de rehabilitación.

En este estudio quedará reflejado el tipo y naturaleza del terreno con sus propiedades y características, de forma que se pueda asegurar la aptitud del mismo para soportar las intervenciones necesarias sin comprometer su estabilidad e integridad.

El presente proyecto de rehabilitación tiene carácter académico por lo que no se ha realizado el correspondiente estudio geotécnico que determine el estado del terreno.

Pese a ello, observando las edificaciones tradicionales cercanas a la parcela objeto destaca como el estilo de edificación típica tradicional gallega es el que predomina, por lo que el terreno sobre el que se asienta tiene las características apropiadas para soportar este tipo de viviendas.

Las intervenciones planteadas en este proyecto no representan grandes aumentos de carga sobre la estructura original de muro de sillería, tampoco se han planteado aumentos de volumen ni demoliciones de ninguno de los cerramientos originales. Por todo ello se determina que el terreno es estable y con los trabajos planteados no se compromete su estabilidad e integridad estructural.

1.5.5. SERVICIOS URBANOS EXISTENTES

Los servicios urbanos existentes que posee la parcela se han determinado a través de la inspección visual y de la consulta con el departamento de Urbanismo del Ayuntamiento de Ortigueira.

Pese a que no se dispone de planos de las instalaciones urbanas mediante los dos métodos mencionados se han podido determinar la existencia de los siguientes servicios urbanos:

- Accesos: Dispone de acceso rodado y peatonal desde la carreta *Tras do río*.
- Saneamiento: Se dispone de red de saneamiento municipal con recogida de aguas residuales y pluviales.
- Abastecimiento de agua potable: Dispone de red de suministro de agua potable.
- Suministro eléctrico: Dispone de red eléctrica de baja tensión.
- Suministro de gas: Dispone de suministro de gas.
- Voz y datos: Dispone de conexión a la red de voz y datos.
- Recogida de residuos: Dispone de servicio de recogida de basuras.
- Alumbrado público: Dispone de red de alumbrado público.

En la intervención se actúa totalmente sobre las instalaciones por lo que las nuevas conexiones a las redes existentes que sean necesarias para dar servicio a la vivienda correrán íntegramente a cuenta del promotor.

1.6. FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO ACTUAL



Imagen 6: Fachada norte.



Imagen 7: Fachada norte.



Imagen 8: Fachada sur.



Imagen 9: Fachada sur.



Imagen 10: Fachada oeste.



Imagen 11: Fachada este.



Imagen 12: Puerta a la fachada sur en planta baja.



Imagen 13: Planta baja.



Imagen 14: Planta baja.



Imagen 15: Cocina existente en planta baja.



Imagen 16: Escaleras planta baja a planta primera.



Imagen 17: Planta primera.



Imagen 18: Estructura de cubierta.



Imagen 19: Carpinterías existentes

1.7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ESTADO REFORMADO

1.7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL, PROGRAMA DE NECESIDADES Y USO CARACTERÍSTICO DEL EDIFICIO.

- Descripción general

La edificación está proyectada para ser una vivienda rural por lo que su distribución se ha diseñado con este objetivo. A fin de garantizar la comodidad y accesibilidad de los usuarios, se ha dispuesto una rampa desde la carretera de acceso principal que conecta con la entrada de la vivienda. Previa a la entrada se sitúa la recepción en la vivienda aneja, cuyo fin es dar la bienvenida a los clientes y almacenar bicicletas para el uso de los mismos.

Con el objetivo de mantener la vivienda en su estilo tradicional, se conserva su aspecto original y su volumetría, mejorando su estado para hacerla habitable de nuevo y que cumpla las necesidades exigidas por la normativa actual.

- Programa de necesidades

La rehabilitación objeto del proyecto mantiene el volumen y dimensiones actuales de la vivienda, reconstruyendo aquellas partes deterioradas por el abandono con materiales similares a los originales de manera que se mantenga la esencia y estética de la vivienda tradicional gallega. En el interior se emplea la madera para la estructura y ambas escaleras con el fin de mantener esta estética rústica.

En su interior se implanta una nueva distribución, se abren nuevos huecos y se provee a la vivienda de todas las instalaciones necesarias para el correcto uso de los usuarios y la garantía de su confort, además de contar con un itinerario accesible para personas con movilidad reducida que les permita hacer uso de todos los espacios comunes de la vivienda.

- Uso característico de la vivienda

Se cambia el uso característico de residencial a Establecimiento de Turismo Rural.

1.7.2. DESCRIPCIÓN DE LA GEOMETRÍA, VOLUMETRÍA Y SUPERFICIES DE LA EDIFICACIÓN.

Se conserva tanto la geometría como la volumetría de la vivienda original, variando solo en sus alturas al cambiar ambas cubiertas. La vivienda secundaria no se adecua para ser habitable por lo que solo se actúa en ella para habilitar una zona de recepción previa a la entrada a la vivienda principal.

En la vivienda principal se mantiene el sistema de muro tradicional existente actuándose sobre ellos solo para reparar zonas dañadas y en su coronación para garantizar la seguridad de los apoyos de la cubierta. En el exterior la piedra actual se encuentra algo deteriorada por lo que se opta por un rejuntado y posterior aplicación de revoco de cal que proteja a la piedra mientras permite el paso del vapor de agua a través del muro. Por el interior se opta por un trasdosado de XPS y la sustitución de las carpinterías actuales para conservar las condiciones térmicas.

En cuanto a la estructura horizontal se ha sustituido la estructura original de vigas y viguetas de madera por su deterioro actual, utilizándose en su lugar madera laminada encolada aprovechando la misma distribución con los apoyos existentes en el muro.

Se actúa sobre las tres cubiertas, sustituyéndolas por un sistema estructural de madera laminada encolada sobre el que se apoya un panel sandwich que garantiza el aislamiento necesario. Para la cobertura se ha optado por la pizarra al tratarse de un material típico de la zona, presente en la gran mayoría de las viviendas cercanas.

- Descripción de las plantas y estancias que conforman la vivienda:

Planta baja: Estará dividida en dos zonas, la primera será el núcleo central de la vivienda, formada por, cocina, salón-comedor y un baño; y una segunda zona de dormitorios, compuesta por un dormitorio simple y un dormitorio doble con baño.

Planta primera: Compuesta por dos dormitorios dobles y un cuarto de baño.

Planta semisótano: Compuesta por una sala de estar con gran tamaño orientada a sala de juegos, una sala de bodega y cuarto de instalaciones.

CUADRO DE SUPERFICIES		
PLANTA SEMISÓTANO		
Estancia	Sup. Útil (m²)	Sup. Construida (m²)
01. Cuarto de instalaciones	8,66	-
02. Bodega	8,66	-
03. Almacenaje	9,57	-
04. Distribuidor	16,06	-
05. Salón	48,64	-
TOTAL PLANTA SEMISÓTANO	91,59	139,35

CUADRO DE SUPERFICIES		
PLANTA BAJA		
EDIFICACIÓN PRINCIPAL		
Estancia	Sup. Útil (m²)	Sup. Construida (m²)
01. Almacenaje	4,41	-
02. Cocina	22,09	-
03. Recibidor	17,27	-
04. Distribuidor 1	6,39	-
05. Lavandería	2,46	-
06. Baño 1	4,83	-
07. Salón – comedor	32,05	-
08. Distribuidor 2	6,22	-
09. Baño 2	5,04	-
10. Dormitorio	8,13	-
11. Baño 3	5,98	-
12. Dormitorio principal accesible	16,84	-
13. Acceso escaleras	3,11	-
TOTAL EDIFICACIÓN PRINCIPAL	134,82	212,63
EDIFICACIÓN SECUNDARIA		
Estancia	Sup. Útil (m²)	Sup. Construida (m²)
01. Recepción	31,15	-
TOTAL EDIFICACIÓN SECUNDARIA	31,15	41,58
TOTAL PLANTA BAJA	165,97	254,21

CUADRO DE SUPERFICIES		
PLANTA PRIMERA		
Estancia	Sup. Útil (m ²)	Sup. Construida (m ²)
01. Distribuidor	9,69	-
02. Dormitorio	15,06	-
03. Baño	5,76	-
04. Dormitorio principal	19,95	-
TOTAL PLANTA PRIMERA	50,46	78,97

CUADRO DE SUPERFICIES		
PLANTA BAJO CUBIERTA		
Estancia	Sup. Útil (m ²)	Sup. Construida (m ²)
01. Distribuidor	9,21	-
02. Bajo cubierta	41,74	-
TOTAL PLANTA BAJO CUBIERTA	50,95	78,97

1.8. PRESTACIONES DEL EDIFICIO

Se describen a continuación los requisitos básicos según las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación. Dichos requisitos tienen la finalidad de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, los edificios deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan los requisitos básicos siguientes

Conforme a la Ley de Ordenación de la Edificación los requisitos básicos son los siguientes:

- Funcionalidad
- Seguridad
- Habitabilidad

1.8.1. REQUISITOS BÁSICOS SEGÚN EXIGENCIAS CTE

- Relativos a la funcionalidad:

a.1) Utilización, de tal forma 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.

La distribución del proyecto objeto se ha diseñado con las zonas comunes en el núcleo central, minimizando los recorridos de acceso y cumpliendo las dimensiones mínimas de cada estancia requeridas por la normativa específica.

a.2) Accesibilidad, de tal forma 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.

La edificación cuenta con acceso para personas con movilidad reducida a todas las zonas comunes, así como un recorrido accesible hasta la habitación doble que cuenta con baño propio adaptado, cumpliendo todas las estancias la normativa correspondiente.

a.3) Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

El edificio está proyectado cumpliendo la normativa de servicios de telecomunicaciones conforme la Ley 1/1998, de 27 de Febrero sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicación y el R.D. 401/2003).

- **Relativos a la seguridad:**

b.1) Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

Se ha tenido en cuenta en el cálculo de la estructura el cumplimiento del Documento Básico de de Seguridad Estructural de Madera de forma que se garantice la estabilidad y durabilidad de la estructura.

b.2) Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

Dada la ubicación de la vivienda y sus conexiones, los bomberos tienen fácil acceso a ella, se ha revisado la resistencia al fuego de los diferentes elementos y se ha dotado la vivienda con alumbrado de emergencia.

b.3) Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

Todos los elementos fijos o móviles, así como el diseño de las estancias se ha proyectado pensando en los usuarios de forma que no supongan ningún tipo de riesgo de accidente.

- **Relativos a la habitabilidad:**

c.1) Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

Se cumplen dichos requisitos en todas las estancias.

El sistema envolvente se ha diseñado para impedir la entrada de agua o humedad y, en su defecto, evacuarla de nuevo al exterior sin causar daño a la estructura o los usuarios.

La edificación se conecta a la red general para la evacuación y tratamiento de los residuos generados y los acumulados por las precipitaciones de lluvia.

Se cumplen las condiciones de ventilación en todas las estancias para garantizar el caudal de aire exterior renovado y la extracción de aire interior viciado o contaminado.

También se ha dispuesto la red de abastecimiento de agua de forma que sea apta para el consumo y cuente con los caudales suficientes para un correcto funcionamiento que no cause retornos o atascos en la red.

c.2) Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.

En el diseño de las diferentes particiones verticales y horizontales se cumplen los requisitos de protección contra el ruido requerido para cada estancia.

c.3) Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

En la rehabilitación de la vivienda se ha dispuesto el sistema envolvente de forma que se adecue a la demanda energética necesaria para garantizar el bienestar de los usuarios térmicamente tanto en clima de verano como en clima de invierno.

Para lograr este bienestar se ha tenido en cuenta la reducción de los puentes térmicos para evitar pérdidas de calor y la elección de materiales y sistemas que permitan un correcto aislamiento evitando condensaciones superficiales e intersticiales.

1.8.2. LIMITACIONES DE USO

Se limitará el uso del edificio a aquellas acciones que no cumplan con lo prescrito en el Manual de Mantenimiento del Edificio.

1.9. MARCO LEGAL

El proyecto objeto ha sido elaborado cumpliendo los requisitos de las siguientes normativas:

- **Normativas estatales:**

CTE Código Técnico de la Edificación.

RITE Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios.

REBT Reglamento electrotécnico para baja tensión.

RIPCI Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

RCD Producción y gestión de residuos de construcción y demolición

ICT Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.

Decreto 191/2004, de 29 de Julio. Establecimientos de Turismo Rural.

Ley de accesibilidad de Galicia: Ley 8/1997 y decreto 35/2000

- **Normativas autonómicas y locales:**

Decreto 29/2010, del 4 de marzo: Normas de Habitabilidad de Vivienda de Galicia

Ley 2/2016, de 10 de febrero, del suelo de Galicia

Normas subsidiarias del ayuntamiento de Ortigueira de 1993

Plan Básico Autonómico de Galicia

1.9.1. CUMPLIMIENTO DEL CTE

El presente proyecto se trata de una obra de rehabilitación por lo que deberá cumplir las exigencias básicas requeridas por el CTE para los requisitos básicos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

Estos requisitos tienen como finalidad poder garantizar la seguridad de los usuarios, la protección del medio y el bienestar social. Por ello los edificios deben cumplir en todas las partes de su proceso estos requisitos básicos.

Se presenta a continuación dicho cumplimiento con el correspondiente anexo en el que se desarrolla:

Código Técnico de la Edificación			
Documentos Básicos	Capítulos	aplica	Anexo
DB SE Seguridad estructural	DB SE: Bases de cálculo	SI	3.1
	DB SE-AE: Acciones de la edificación	SI	3.1
	DB SE-C: Cimientos	NO	
	DB SE-A: Acero	NO	
	DB SE-F: Fábrica	NO	
	DB SE-M: Madera	SI	3.1
DB SI Seguridad en caso de incendio	DB SI 1: Propagación interior	SI	3.2
	DB SI 2: Propagación exterior	SI	3.2
	DB SI 3: Evacuación de ocupantes	SI	3.2
	DB SI 4: Instalaciones de protección contra incendios	SI	3.2
	DB SI 5: Intervención de los bomberos	SI	3.2
	DB SI 6: Resistencia al fuego de la estructura	SI	3.2
DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad	DB SUA 1: Seguridad frente a riesgo de caídas	SI	3.3
	DB SUA 2: Seguridad frente a riesgo de impacto o de atrapamiento	SI	3.3
	DB SUA 3: Seguridad frente al riesgo de	SI	3.3

	aprimoramiento		
	DB SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	SI	3.3
	DB SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación	NO	
	DB SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	SI	3.3
	DB SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	SI	3.3
	DB SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	SI	3.3
	DB SUA 9: Accesibilidad	SI	3.3
DB HS Salubridad	DB HS 1: Protección frente a la humedad	SI	3.4
	DB HS2: Recogida y evacuación de residuos	SI	3.4
	DB HS 3: Calidad del aire interior	SI	3.4
	DB HS 4: Suministro de agua	SI	3.4
	DB HS 5: Evacuación de aguas	SI	3.4
DB HR Protección frente al ruido	DB HR: Protección frente al ruido	SI	3.5
DB HE Ahorro de energía	DB HE 0: Limitación del consumo energético	SI	3.6
	DB HE 1: Limitación de la demanda energética	SI	3.6
	DB HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas	NO	
	DB HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	NO	
	DB HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	NO	
	DB HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	NO	

1.9.2. NORMATIVA ESTABLECIMIENTOS DE TURISMO RURAL

NORMATIVA		
Decreto 191/2004, de 29 de Julio. Establecimientos de Turismo Rural		
Clasificación y modalidad de explotación	B	
Régimen de explotación	Establecimiento de turismo rural de alojamiento no compartido	
	NORMATIVA	PROYECTO
Antigüedad mínima de la edificación	1940	Cumple
Habitaciones dobles	3-10	Cumple
Ubicación de las habitaciones	Núcleo vivienda	Cumple
Requisitos de las habitaciones	Ventilación e iluminación al exterior	Cumple
Requisitos cuartos de aseo	Ducha o bañera, lavabo e inodoro	Cumple
Inscripción de círculo de 2,50 m de diámetro	Habitaciones	Cumple
Altura mínima de las estancias	2,50 m	Cumple
Superficies mínimas	Habitaciones dobles: 12,00 m ²	Cumple
	Cuartos de baño: 4,00 m ²	Cumple

	Salones; 18,00 m ²	Cumple
--	-------------------------------	--------

1.9.3. CUMPLIMIENTO NORMATIVA ACCESIBILIDAD

- Edificios de uso público

NIVELES DE ACCESIBILIDAD EXIGIDOS PARA EDIFICIOS DE USO PUBLICO DE NUEVA CONSTRUCCION									
USO		CAP	ITIN	APAR	ASE	DOR	VES	PROYECTO*	
RESIDENCIAL	HOTELES	25/50 PLAZAS	PR	----	AD	AD	----	APLICA	
		+ DE 50 PLAZAS	AD	AD	AD	AD	AD		
	RESIDENCIAS	25/50 PLAZAS	PR	----	AD	AD	----		
		+ DE 50 PLAZAS	AD	AD	AD	AD	AD		
	CAMPINGS	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	PRISIONES	TODAS	AD	AD	AD	AD	AD		
COMERCIAL	MERCADOS	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES	> 100/499 m ²	PR	----	----	----	----		
		> 500 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	BARES Y RESTAURANTES	> 50 PLAZAS	AD	AD	AD	----	----		
SANITARIO ASISTENCIAL	HOSPITALES	TODOS	AD	AD	AD	AD	AD	HOSPITAL-ADAPTADO	
	CENTROS DE SALUD	TODOS	AD	AD	AD	AD	AD		
	CLINICAS Y DISPENSARIOS	TODOS	AD	AD	AD	----	AD		
	CENTROS DE REHABILITACION	TODOS	AD	AD	AD	----	AD		
	FARMACIAS	TODAS	PR	----	----	----	----		
	RESIDENCIAS	< 25 PLAZAS	PR	----	AD	AD	----		----
		> 25 PLAZAS	AD	AD	AD	AD	----		----
	APARTAMENTOS TUTELADOS	TODOS	AD	AD	AD	AD	----		
	CENTROS DE DIA	TODOS	AD	AD	AD	----	AD		
	HOGARES-CLUB	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
OCIO	DISCOTECAS	> 50 PLAZAS	AD	AD	AD	----	----		
	DISCO BAR	> 50 PLAZAS	AD	AD	AD	----	----		
	PARQUES DE ATRACCIONES	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	PARQUES ACUATICOS	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
DEPORTIVO	PARQUES TEMATICOS	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	POLIDEPORTIVOS	TODOS	AD	AD	AD	----	AD		
	ESTADIOS	TODOS	AD	AD	AD	----	AD		
CULTURAL	MUSEOS	> 250 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	TEATROS	> 250 m ²	AD	AD	AD	----	AD		
	CINES	> 250 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	SALAS DE CONGRESOS	> 250 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	CASA DE CULTURA	> 250 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	BIBLIOTECAS	> 150 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	CENTROS CIVICOS	> 150 m ²	AD	AD	AD	----	----		
	SALAS DE EXPOSICIONES	> 150 m ²	AD	AD	AD	----	----		
ADMINISTRATIVO	CENTROS DE LAS DIFERENTES ADMINISTRACIONES	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	OFICINAS DE ATENCION AL PÚBLICO	> 200-499 m ²	PR	----	AD	----	----		
		> 500 m ²	AD	AD	AD	----	----		
TRABAJO	CENTROS DE TRABAJO	+ DE 50 TRABAJADORES	AD	AD	AD	----	AD		
DOCENTE	CENTROS DOCENTES	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
RELIGIOSO	CENTROS RELIGIOSOS	> 150-499 m ²	PR	----	AD	----	----		
		> 500 m ²	AD	AD	AD	----	----		
TRANSPORTE	AEROPUERTOS	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	PUERTOS	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	ESTACION AUTOBUSES	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	ESTACION FERROCARRIL	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	AREAS DE SERVICIO	TODOS	AD	AD	AD	----	----		
	GASOLINERAS	TODOS	PR	----	AD	----	----		

AD: ADAPTADO
ASE: ASEOS
DOR: DORMITORIOS
PR: PRACTICABLE

APAR: APARCAMIENTO
CAP: CAPACIDAD O DIMENSIÓN DE LOS EDIFICIOS
ITIN: ITINERARIO DE ACCESO
VES: VESTUARIOS

Los edificios de uso público que en función de su capacidad o dimensiones no se encuentren incluidos en el cuadro anterior, deberán, en todo caso, reunir las condiciones para ser considerados practicables.

CONCEPTO	PARÁMETRO		MEDIDAS SEGÚN DECRETO		MEDIDAS PROYECTO
			ADAPTADO	PRACTICABLE	
EN CASO DE EXISTIR URBANIZACIÓN EXTERIOR SE DEBERÁN CUBRIR LOS APARTADOS NECESARIOS DE LAS HOJAS DE URBANIZACIÓN (ART 22.a)					
ACCESO DESDE LA VÍA PÚBLICA Base 2.1.1	PUERTAS DE PASO	ANCHO MÍNIMO	0,80 m.		CUMPLE
		ALTO MÍNIMO	2 m.		CUMPLE
COMUNICACIÓN HORIZONTAL Base 2.1.2	ESPACIO EXTERIOR E INTERIOR LIBRE DEL BARRIDO DE LAS PUERTAS		INSCRIBIR CÍRCULO DE DIÁMETRO 1,50 m	INSCRIBIR CÍRCULO DE DIÁMETRO 1,20 m	CUMPLE
	CORREDORES QUE COINCIDAN CON VÍAS DE EVACUACIÓN		ANCHO MÍNIMO 1,80 m, PUNTUALMENTE 1,20 m	ANCHO MÍNIMO 1,50 m, PUNTUALMENTE 1,00 m	CUMPLE
	CORREDORES		ANCHO MÍNIMO 1,20 m, PUNTUALMENTE 0,90 m	ANCHO MÍNIMO 1,00 m, PUNTUALMENTE 0,90 m	CUMPLE
	ESPACIO MÍNIMO DE GIRO EN CADA PLANTA		INSCRIBIR CÍRCULO DE DIÁMETRO 1,50 m	INSCRIBIR CÍRCULO DE DIÁMETRO 1,20 m	CUMPLE
	CAMBIOS DE DIRECCIÓN: ANCHO MÍNIMO		INSCRIBIR UN CÍRCULO DE 1,20 m.	INSCRIBIR UN CÍRCULO DE 1,20 m.	CUMPLE
PAVIMENTOS Base 2.1.3	PAVIMENTOS		SERÁN ANTIDESLIZANTES		CUMPLE
	GRANDES SUPERFICIES		FRANJAS DE PAVIMENTO CON DISTINTA TEXTURA PARA GUIAR A INVIDENTES		CUMPLE
	INTERRUPCIONES, DESNIVELES, OBSTÁCULOS, ZONAS DE RIEGO		CAMBIO DE TEXTURA EN EL PAVIMENTO		CUMPLE
	DIFERENCIAS DE NIVEL EN EL PAVIMENTO CON ARISTAS ACHAFLANADAS O REDONDEADAS		2 cm.	3 cm.	CUMPLE
RAMPAS Base 2.2.1	ANCHO MÍNIMO		1,50 m	1,20 m	CUMPLE
	PENDIENTE MÁXIMA LONGITUDINAL *	LONGITUD < 3 m.	10%	12%	CUMPLE
		L ENTRE 3 Y 10 m.	8%	10%	CUMPLE
		LONGITUD ≥ 10 m.	6%	8%	CUMPLE
	* POR PROBLEMAS FÍSICOS PODRAN INCREMENTARSE EN UN 2%				CUMPLE
	PENDIENTE MÁXIMA TRANSVERSAL		2%	3%	CUMPLE
	LONGITUD MÁXIMA DE CADA TRAMO		20 m.	25 m.	CUMPLE
	DESCANSOS	ANCHO MÍNIMO	EL DE LA RAMPA		CUMPLE
		LARGO MÍNIMO	1,50 m	1,20 m	CUMPLE
	GIROS A 90°	PERMITIRÁN INSCRIBIR UN CÍRCULO DE Ø MÍNIMO	1,50 m	1,20 m	CUMPLE
	PROTECCIÓN LATERAL		DE 5 A 10 cm DE ALTURA EN LADOS LIBRES		CUMPLE
	ESPACIO BAJO RAMPAS		CERRADO O PROTEGIDO SI ALTURA MENOR DE 2,20m		CUMPLE
	PASAMANOS		0,90-0,95 m RECOMENDABLE OTRO 0,65-0,70 m		CUMPLE
	ILUMINACIÓN NOCTURNA ARTIFICIAL		MÍNIMO 10 LUX		CUMPLE
ESCALERAS Base 2.2.2	ANCHO MÍNIMO		1,20 m	1,00 m	CUMPLE
	DESCANSO MÍN		1,20 m	1,00 m	CUMPLE
	TRAMO SIN DESCANSO		EL QUE SALVE UN DESNIVEL MÁX. DE 2,50 m		CUMPLE
	DESNIVELES DE 1 ESCALÓN		SALVADOS MEDIANTE RAMPA		CUMPLE
	TABICA MÁXIMA		0,17 m	0,18 m	CUMPLE
	DIMENSIÓN HUELLA		2T + H = 62-64 cm	2T + H = 62-64 cm	CUMPLE
	ESPACIOS BAJO ESCALERAS		CERRADO O PROTEGIDO SI ALTURA MENOR DE 2,20m		CUMPLE
	PASAMANOS		0,90-0,95 m RECOMENDABLE OTRO 0,65-0,70 m		CUMPLE
	ILUMINACIÓN NOCTURNA ARTIFICIAL		MÍNIMO DE 10 LUX	MÍNIMO DE 10 LUX	CUMPLE
ASCENSORES Base 2.2.3	DIMENSIONES INTERIORES	ANCHO MÍNIMO	1,10 m	0,90 m	-
		PROFUNDIDAD MÍNIMA	1,40 m	1,20 m	-
		SUPERFICIE MÍNIMA	1,60 m ²	1,20 m ²	-
		PASO LIBRE EN PUERTAS	0,80 m	0,80 m	-
	VESTÍBULOS FRENTE A LOS ASCENSORES		LIBRE INSCRIBIR CÍRCULO 1,50 m DE DIÁMETRO		-
	BOTONERAS DE ASCENSORES		ALTURA ENTRE 0,90-1,20 m		-
ESCALERAS MECÁNICAS Base 2.2.4	NÚMERO MÍNIMO DE PELDAÑOS ENRASADOS A LA ENTRADA Y A LA SALIDA		2,5	2,5	-
	ANCHO MÍNIMO		1,00 m	1,00 m	-
	VELOCIDAD MÁXIMA		0,5 m/seg.	0,5 m/seg.	-

BANDAS MECÁNICAS Base 2.2.5	ANCHO MÍNIMO	1,00 m	1,00 m	-
-----------------------------	--------------	--------	--------	---

SERVICIOS	SERVICIOS HIGIENICOS Base 2.3.1	DIMENSIONES DE APROXIMACIÓN FRONTAL AL LAVABO Y LATERAL AL INODORO		INSCRIBIR CÍRCULO 1,50m DE DIÁMETRO	INSCRIBIR CÍRCULO 1,20m DE DIÁMETRO	CUMPLE	
		PUERTAS	ANCHO LIBRE		0,80 m	0,80 m	CUMPLE
			TIRADOR DE PRESIÓN O PALANCA Y TIRADOR HORIZONTAL A UNA ALTURA H		0,90 < H < 1,20 m.	0,80 < H < 1,30 m.	CUMPLE
		LAVABOS	CARACTERÍSTICAS		SIN PIE NI MOBILIARIO INFERIOR, GRIFO PRESIÓN O PALANCA		CUMPLE
			ALTURA		0,85 m	0,90 m	
		NODOROS	BARRAS LATERALES		A AMBOS LADOS, UNA DE ELLAS ABATIBLE CON ESPACIO LIBRE DE 80 cm.		CUMPLE
					ALTURA DEL SUELO: 0,70 m.	ALTURA DEL SUELO: 0,80 m.	
					ALTURA DEL ASIENTO: 0,20 m	ALTURA DEL ASIENTO: 0,25 m	
					PULSADORES Y MECANISMOS		
		DORMITORIOS	DORMITORIOS Base 2.3.2	DIMENSIONES		INSCRIBIR CÍRCULO 1,50m DE DIÁMETRO	INSCRIBIR CÍRCULO 1,20m DE DIÁMETRO
PASILLOS EN DORMITORIOS				ANCHO MÍNIMO 1,20m	ANCHO MÍNIMO 1,00m	CUMPLE	
PUERTAS				ANCHO LIBRE 0,80m	ANCHO LIBRE 0,80m	CUMPLE	
ESPACIO DE APROX. LATERAL CAMA				0,90m	0,90m	CUMPLE	
ALTURA PULSADORES Y TIRADORES				1,20 m. > H > 0,90 m.	1,30 m. > H > 0,80 m.	CUMPLE	
VESTUARIOS	CABINAS	DIMENSIONES		MÍNIMO 1,70 x 1,80 m.		-	
		ASIENTO		0,40x0,40m CON ESPACIO DE APROXIMACIÓN MÍNIMO DE 0,80m BARRAS LATERALES A 0,70-0,75m ABATIBLES LADO APROX.		-	
		PASILLOS VESTIDORES Y DUCHAS		ANCHO MÍNIMO 1,20m	ANCHO MÍNIMO 1,00m	-	
		ESPACIO DE APROX. LATERAL		A MOBILIARIO DE 0,80m		-	
		ALTURA PULSADORES		ENTRE 1,20 y 0,90m	ENTRE 1,30 y 0,80m	-	
		ZONA LIBRE DE OBSTÁCULOS		INSCRIBIR CÍRCULO DE 1,50m DE DIÁMETRO	INSCRIBIR CÍRCULO DE 1,20m DE DIÁMETRO	-	
	DUCHAS	DIMENSIONES		MÍNIMO UNA DUCHA DE 1,80x1,20m		-	
		ASIENTO		0,40x0,40m CON ESPACIO DE APROXIMACIÓN MÍNIMO DE 0,80m BARRAS LATERALES A 0,70-0,75m ABATIBLES LADO APROX.		-	
		PUERTAS		ANCHO MÍNIMO 0,80m		-	
		PAVIMENTO		ANTIDESLIZANTE		-	

RESERVA DE HABITACIONES A MINUSVALIDOS

Nº PLAZAS del hotel	De 25 a 50 PLAZAS	51 a 100 PLAZAS	101 a 150 PLAZAS	151 a 200 PLAZAS	Más de 200 PLAZAS
Nº habitaciones adaptadas	1	2	4	6	8

1.9.4. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA LOCAL Y AUTONÓMICA

La vivienda se encuentra en la parroquia de San Claudio, perteneciente al Concello de Ortigueira, dicho Concello no cuenta con Planeamiento General de Ordenación Municipal, por lo que aplican las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ortigueira aprobadas el 4 de enero de 1993.

En las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ortigueira, la parcela se encuentra calificada como Suelo No Urbanizable de Núcleo Rural.

Además de estar bajo el cumplimiento de las normas subsidiarias, la parcela objeto del proyecto también se rige por la LEY 2/2016, DE 10 DE FEBRERO, DEL SUELO DE GALICIA y el Plan Básico Autonómico.

1.9.4.1. Ley 2/2016, de 10 de febrero, del suelo de Galicia

En base a lo establecido por la Ley 2/2016 de 10 de febrero, del suelo de Galicia en su Disposición transitoria primera sobre la aplicación de dicha Ley en los municipios sin planeamiento adaptado se determina que a la edificación descrita se le aplican las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ortigueira.

En esta misma Disposición transitoria primera se determina que por la ubicación en suelo de núcleo rural de la parcela, dichas viviendas han de regirse íntegramente por su planeamiento respectivo excepto las edificaciones tradicionales existentes que se regirán por el artículo 40 de la presente ley.

En este artículo 40 se clasifican como viviendas de carácter tradicional aquellas anteriores al 2 de mayo de 1975. La edificación formada por dos viviendas anexas con sus respectivas fichas catastrales tiene fecha en ambas anterior al 1975 por lo que se considera edificación tradicional.

Dicha Ley establece en su Disposición transitoria primera. Régimen de aplicación a los municipios con planeamiento no adaptado y a los municipios sin planeamiento, establece en su apartado 2, que la citada ley le será de aplicación cuando:

“El planeamiento aprobado definitivamente con anterioridad a la entrada en vigor de la presente ley y no adaptado a la Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de ordenación urbanística y protección del medio rural de

Galicia, conservará su vigencia hasta su revisión o adaptación a la misma, conforme a las siguientes reglas”.

c) Al suelo incluido en el ámbito de los núcleos rurales o en las delimitaciones de suelo no urbanizable de núcleo rural, en sus áreas de influencia o tolerancia, se le aplicará íntegramente lo dispuesto en el planeamiento respectivo, salvo en lo que se refiere a las edificaciones tradicionales existentes, a las cuales será de aplicación lo previsto en el artículo 40 de la presente ley.

Sección 5º. Edificaciones tradicionales

Art. 40. Edificaciones existentes de carácter tradicional.

Las edificaciones tradicionales existentes en cualquier categoría de suelo de núcleo o de suelo rústico podrán ser destinadas a usos residenciales, terciarios o productivos, a actividades turísticas o artesanales y a pequeños talleres y equipamientos.

Previa obtención del título habilitante municipal de naturaleza urbanística, y sin necesidad de cumplir los parámetros urbanísticos de aplicación salvo el límite de altura, se permitirá su rehabilitación y reconstrucción y, por razones justificadas, su ampliación incluso en volumen independiente, sin superar el 50 % del volumen originario de la edificación tradicional.

En cualquier caso, habrán de mantenerse las características esenciales del edificio, del lugar y de su tipología originaria.

A los efectos de lo previsto en este artículo, se considerarán edificaciones tradicionales aquellas existentes con anterioridad a la entrada en vigor de la Ley 19/1975, de 2 de mayo, de reforma de la Ley sobre el régimen del suelo y ordenación urbana.

Según lo establecido en esta ley la vivienda objeto del proyecto admite las obras de rehabilitación proyectadas. Se considera vivienda tradicional, habiendo solo de cumplir el límite de altura máxima establecido en las Normas Subsidiarias del Ayuntamiento de Ortigueira.

En ambas fichas catastrales la fecha de construcción de las viviendas es anterior al 1975, la más antigua data del 1790 y la más reciente de 1880. También existen documentos históricos que hacen referencia a dicha vivienda ya desde el siglo XV por la importancia que llegó a tener dentro de la parroquia de San Claudio, aún con todo ello se desconoce con exactitud el año de construcción de la misma.

Se muestra a continuación una foto aérea del vuelo realizado por el *Army Maps Service* de EEUU entre enero de 1956 y 1957 sobre parte del territorio español, conocido como «vuelo americano». En ella se observa la vivienda al completo, por lo que ambas edificaciones son anteriores a esta fecha y son consideradas tradicionales.



Imagen 20: Ortoimágenes del vuelo realizado por el Army Maps Service de EEUU entre enero de 1956 y noviembre de 1957, sobre parte del territorio español, conocido como «Vuelo Americano, serie B».

1.9.4.2. Normas subsidiarias del ayuntamiento de Ortigueira de 1993

La edificación a rehabilitar está clasificada por las Normas Subsidiarias de Planeamiento del Ayuntamiento de Ortigueira como Suelo no Urbanizable de Núcleo Rural, esta información se ha obtenido de los planos pertenecientes al levantamiento fotogramétrico de dichas normas que se muestran en detalle a continuación.

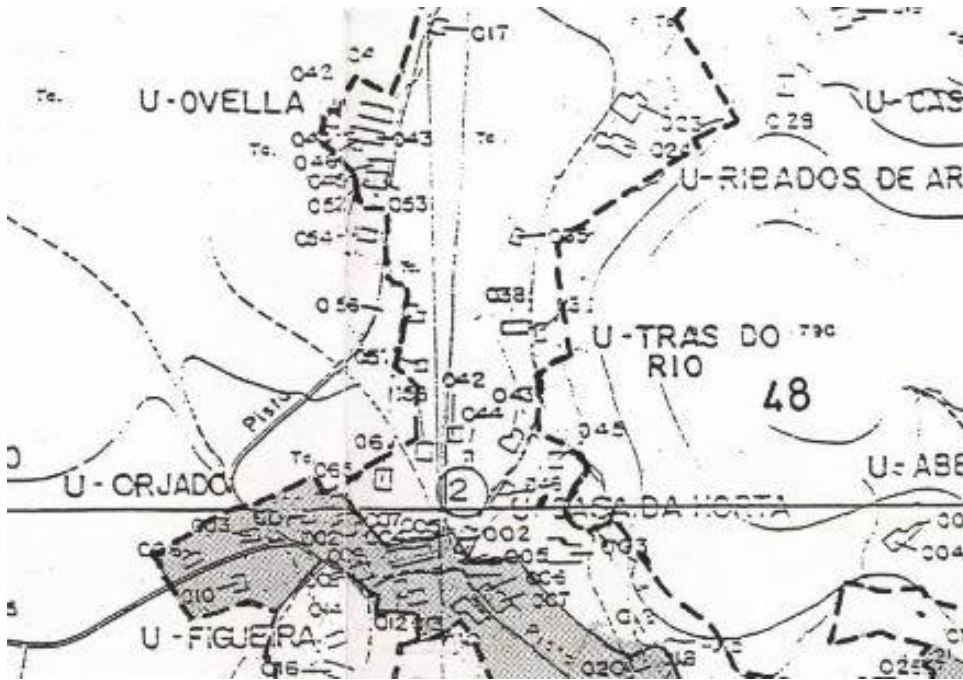


Imagen 21: Fragmento del plano: Delimitación de Núcleos Rurales Tradicionales, Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ortigueira. Plano Escala 1:5000

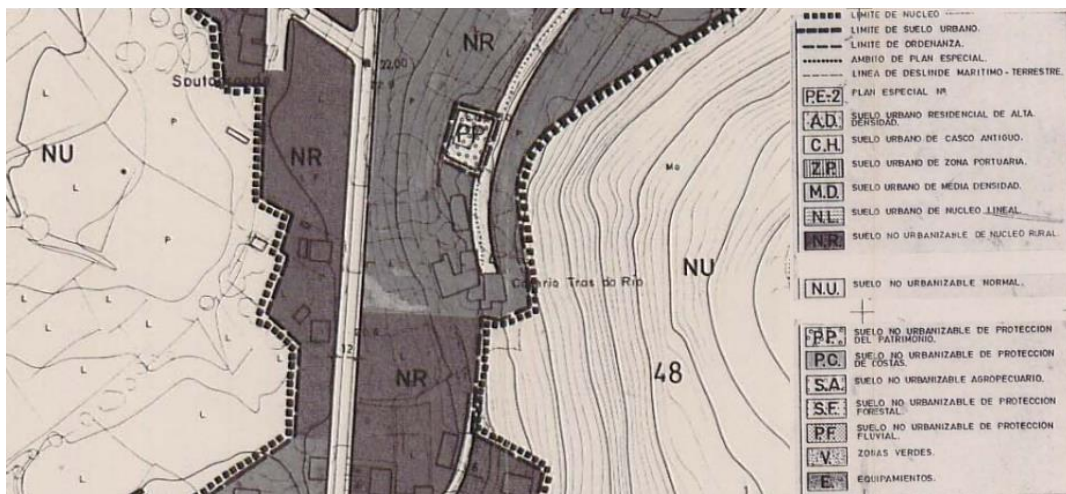


Imagen 22: Fragmento del plano: Ordenación Núcleo de San Claudio, Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ortigueira. Plano Escala 1:2000

Los requisitos de edificación que debe cumplir la vivienda en base a esta clasificación se encuentran dentro de estas normas en el *Capítulo V: Ordenanzas de suelo no urbanizable*, en el apartado 5.2. *Suelo no urbanizable de núcleos rurales*, comprendidas entre los artículos 254 y 265 cuyos requisitos se resumen en el punto 2.

1.9.4.3. Plan Básico Autonómico

Las afecciones de la parcela se han determinado en base al 83/2018, de 26 de julio, por el que se aprueba el Plan básico autonómico de Galicia. Se establece el ámbito de aplicación de dicho Plan Autonómico en su apartado 5: Ámbito de aplicación y alcance mostrado a continuación.

ÁMBITO DE APLICACIÓN E ALCANCE: O ámbito de aplicación do Plan Básico Autonómico abrangue todo o territorio da Comunidade Autónoma de Galicia. En virtude do seu carácter subsidiario, as súas determinacións serán aplicables con carácter vinculante nos concellos carentes de planeamento urbanístico, ata que se doten do respectivo plan xeral de ordenación municipal.

En base a lo consultado en el visor del Plan Autonómico, la parcela objeto situada en *Lugar tras do Río, 39, Ortigueira, La Coruña* tiene las afecciones expuestas a continuación.

- Carreteras

La parcela objeto se encuentra bajo la zona de afección de la carretera DP 6108 – *Casa da horta* en su parte inferior, la carretera superior que supone su acceso principal no tiene limitaciones de proximidad al no estar regulada.

La carretera perteneciente a la Diputación Provincial de La Coruña y su zona de afección está regulada por el Decreto 66/2016 Reglamento General de carreteras de Galicia. En el artículo 102 de dicho Reglamento se establecen los límites de edificación:

Artículo 102. Delimitación de la línea límite de edificación

1. La línea límite de edificación está situada a ambos lados de la carretera con un trazado que discurre paralelo a las líneas exteriores de delimitación de las calzadas a una distancia, medida horizontal y ortogonalmente a aquellas, de:

a) Cincuenta metros (50 m) en el caso de autopistas, autovías y vías para automóviles.

b) Quince metros (15 m) en el caso de carreteras convencionales y elementos funcionales.

En base a estas limitaciones, la afección observada en el visor del Plan Autonómico y el plano 03 - *Normativa Urbanística Estado Reformado* del presente proyecto se determina que la edificación a rehabilitar está situada a más de 15 m de la carretera convencional CP1608 por lo que se permiten la intervención sobre la misma.

- Bienes de Interés Cultural

La parcela se encuentra dentro de la zona de protección de bienes declarados de interés cultural y catalogados.

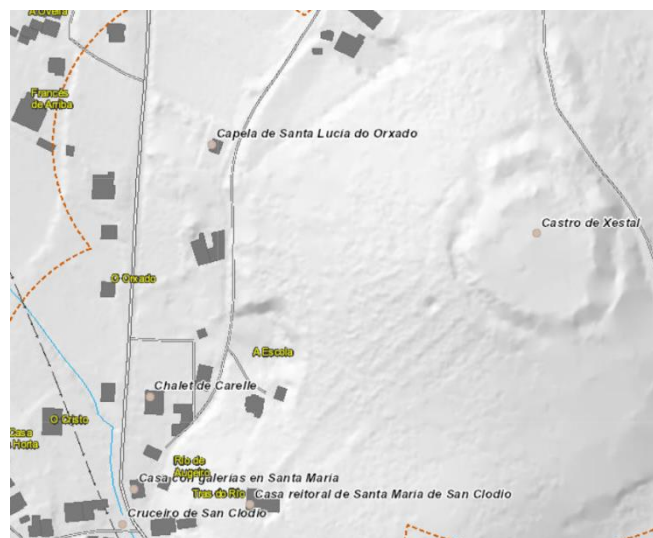


Imagen 23: Afección de Bienes de Interés Cultural

La normativa reguladora de las edificaciones afectadas por elementos de interés cultural es la *LEY 5/2016, de 4 de mayo, del Patrimonio Cultural de Galicia*, en su artículo 38, establece las siguientes distancias mínimas para cada uno de los elementos como sigue:

Artículo 38. Entornos de protección subsidiarios.

1. La declaración de interés cultural o la orden de inclusión en el Catálogo del Patrimonio Cultural de Galicia de un bien establecerá, en su caso, su entorno de protección y su zona de amortiguamiento de forma expresa y específica, en relación con la implantación concreta del bien en el territorio y sus relaciones ambientales.

Se exceptúa de lo dispuesto en el párrafo anterior el caso de los bienes que se incorporen al Catálogo del Patrimonio Cultural de Galicia como consecuencia de su inclusión en los catálogos de los planeamientos urbanísticos, que, excepcionalmente, podrán establecer el entorno de protección del bien por remisión a las franjas genéricas que se establecen en el apartado siguiente con carácter subsidiario.

2. Para los monumentos, zonas arqueológicas y vías culturales declarados de interés cultural o catalogados, en los que no se haya establecido su entorno de protección de modo específico, los entornos de protección subsidiarios en los suelos rústicos, en los de núcleo rural histórico-tradicional o en los urbanizables estarán constituidos, de forma subsidiaria, por una franja con una anchura, medida desde el elemento o vestigio más exterior del bien que se protege, de:

- a) 20 metros para los elementos singulares del patrimonio etnológico como hórreos, cruceiros y petos de ánimas, palomares, colmenares, pesqueiras, molinos, foxos de lobo o chozos.
- b) 30 metros en el caso de vías culturales.
- c) 50 metros cuando se trate de bienes integrantes de la arquitectura tradicional.
- d) 100 metros cuando se trate de bienes integrantes del patrimonio arquitectónico, ya sea religioso, civil o militar, y del patrimonio industrial.
- e) 200 metros en bienes integrantes del patrimonio arqueológico.
3. Los entornos de protección subsidiarios establecidos en el apartado anterior se reducirán en los suelos urbanos o de núcleo rural común hasta:
- a) La propia parcela o el espacio público en el que se encuentre el bien hasta una distancia de 20 metros para bienes integrantes del patrimonio etnológico y de la arquitectura tradicional.
- b) Las parcelas y edificaciones que constituyen los límites del trazado de las vías culturales.
- c) Las parcelas, edificios y espacios públicos situados a una distancia inferior a 50 metros en el caso de bienes inmuebles declarados de interés cultural y a 20 metros en el caso de bienes catalogados.
- d) Los solares y las parcelas contiguas a la propia del bien cultural y los espacios libres públicos o privados hasta una distancia de 50 metros cuando se trate de bienes integrantes del patrimonio arqueológico.
4. Los entornos de protección subsidiarios afectarán a las edificaciones y parcelas completas incluidas en la delimitación de las franjas recogidas en este artículo, así como a las fachadas que delimitan los espacios públicos indicados.
5. Cuando varios elementos singulares se articulen en un conjunto, el entorno de protección se trazará a partir de los elementos más exteriores del conjunto y abarcará su totalidad.

Se justifica el cumplimiento de dichas limitaciones en base a lo redactado en este artículo y la medición de distancias

Bien de interés cultural o arqueológico	Tipo de bien de interés cultural	Distancia mínima	Distancia real
Castro de Xestal	Patrimonio arqueológico	50 m	203 m
Capela de Santa Lucía do Orxado	Arquitectura tradicional	20 m	51 m
Chalet de Carelle	Arquitectura tradicional religiosa	20 m	97 m

La citada ley establece en su artículo 46 los criterios de intervención que deberán seguir las edificaciones ubicadas en el entorno de protección:

Artículo 46. Criterios específicos de intervención en el entorno de protección.

1. El entorno de protección debe mantenerse con sus valores ambientales, por lo que las intervenciones que se realicen deben resultar armoniosas con las condiciones características del ámbito. Deberán procurar su integración en materiales, sistemas constructivos, volumen, tipología y cromatismo, así como garantizar la contemplación adecuada del bien.
2. En concreto, se tendrán en cuenta los siguientes criterios específicos, sin perjuicio de la aplicación de criterios de viabilidad para la implantación y desarrollo de intervenciones y actividades:
- a) Se procurará evitar los movimientos de tierras que supongan una variación significativa de la topografía original del entorno.
- b) Se procurará su compatibilidad con los elementos configuradores de la estructura territorial tradicional, como son la red de caminos, los muros de cierre, setos, tapias, taludes y otros semejantes.
- c) Se emplearán materiales, soluciones constructivas y características dimensionales y tipológicas en coherencia con el ámbito en cualquier tipo de intervenciones.
- d) Se mantendrán preferentemente la estructura y la organización espacial del entorno, con la conservación general de las alineaciones y rasantes.
- e) Se procurará y se valorará la integración y compatibilidad de los usos y costumbres tradicionales y característicos configuradores del ambiente con los de nueva implantación.
- f) Se facilitará la implantación de actividades complementarias compatibles con los valores culturales de los bienes que garanticen la continuidad de su mantenimiento con el establecimiento de nuevos usos.

Las intervenciones a realizar en la parcela no afectan a la topografía original del terreno en el que solo se realizarán las actividades de desbroce y al añadido de una rampa para facilitar su acceso por la puerta principal, la parte del murete de cierre superior existente será retirada por su deterioro actual no siendo reemplazado por un nuevo cierre.

Se mantiene la estética tradicional de la vivienda, así como la tipología de la construcción empleando materiales y sistemas constructivos tradicionales y típicos de la arquitectura tradicional de la zona.

El nuevo uso de la vivienda será el de turismo rural o residencial – hotelero, este uso se encuentra admitido por las Normas Subsidiarias del Ayuntamiento de Ortigueira y favorece la conservación de las costumbres y valores tradicionales.

1.9.4.4. Cumplimiento de normativa urbanística

En base a la normativa expuesta anteriormente se expone el cumplimiento de la misma comparando los valores requeridos y los obtenidos según el proyecto.

NORMATIVA URBANÍSTICA			
Planeamiento vigente	Normas subsidiarias de planeamiento de <u>Ortigueira</u> / Ley 2/ 2016 del suelo de Galicia		
Calificación Urbanística	Suelo no <u>Urbanizable</u> de Núcleo Rural		
Servicios existentes	<u>Aceso</u> rodado, red de agua, alcantarillado y electricidad		
	NORMATIVA	aplica*	PROYECTO
Uso	Residencial – hotelero	NO	Residencial – hotelero
Altura máxima	6,50 m	SI	5,49 m
Parcela mínima edificable	600,00 m ²	NO	2504,00 m ²
Ancho mínimo de parcela	12,00 m	NO	34,17 m
Edificabilidad máxima	0,40 m ² / m ²	NO	0,11 m ² / m ²
Ocupación máxima de parcela	30,00 %	NO	12,00 %
Distancia a linderos	3,00 m en laterales y posteriores	NO	Izquierdo: 13,60 m Derecho: 2,39 m
Alineación	Existente	NO	Existente
Construcciones auxiliares	Cobertizos, <u>alpendres</u> u hórreos	NO	<u>Alpendre</u>
Material de cubierta	Tradicional	SI	Pizarra
Material de fachada	Tradicional	SI	Muro tradicional de piedra

*Según el artículo 40 apartado 2 de la Ley 2/ 2016 del suelo de Galicia solo aplica la limitación de altura existente en base a las Normas Subsidiarias del Ayuntamiento de Ortigueira y el mantenimiento de la tipología tradicional de la zona.

1.9.5. HISTORIA DE LA CASA-TORRE DE TRAS DO RÍO

La Casa- Torre de Tras do Río cuenta con una historia extensa y bien documentada a lo largo de los años. Esto se debe a la importancia que llegó a tener dentro de la comarca y alrededores. La ubicación y arquitectura de la vivienda, así como la clase social de sus dueños dotaron a esta edificación tradicional de una relevancia especial.

Es necesario mencionar que el actual propietario de la vivienda, D. Carlos Breijo Rodríguez, cuenta con una amplia recopilación de documentos históricos sobre la edificación, recabados por él mismo y que ha puesto a disposición para la redacción de este Proyecto de Fin de Grado.

- **La Casa - Torre Tras do Río:**

Los primeros dueños conocidos de la Casa- Torre de Tras do Río fue el matrimonio formado por el hidalgo Gonzalo Fernández de Aguiar, regidor de la villa de Santa Marta, y su esposa, María (Basanta) de Cora, descendientes de casas conocidas y de hidalgos principales de la tierra de Ortigueira, de Viveiro y de Cedeira, y como tales, empadronados en las listas de hidalgos del siglo XVI.

Gonzalo Fernández de Aguiar era nieto de Logo Díaz Pernas (Faxardo), dueño del Pazo de Tristimil, y descendiente, además, de las casas de Aguiar, Mesía, Alfeirán, Pita de Pumariño o Valcarcel, entre otros.

Estas dos casas, Tristimil y Tras do Río, son de las más antiguas de la Tierra de Ortigueira, ya que el valle de San Claudio donde se asentaban, era muy codiciado por ser éste «un feroz valle», en palabras del escritor mindoniense, D. Álvaro Cunqueiro.

El matrimonio formado por el hidalgo y su doña, tuvo varios hijos que, esposados, fundaron los vínculos de Ribados y de Pazos de los Barreiros y del Souto, en San Claudio y Mera, respectivamente. Todo esto ocurrió a finales del siglo XVI.

Tras do Río pasó al hijo mayor de D. Gonzalo y D^a María, nombrado también como su padre D. Gonzalo Fernández de Aguiar; que falleció sin descendencia legítima y fundó un vínculo según consta de su testamento hecho ante el escribano Pedro Ponce de León, el 26 de marzo de 1614, en el que legó su Casa Torre de Tras do Río a manos del hijo o hija mayor de su hermano, Juan Fernández de Aguiar, Procurador General del Estado de los Hidalgos de la Tierra de Santa Marta de Ortigueira y mayordomo del Marqués de Astorga y Conde de Santa Marta.

En el testamento de Juan Fernández de Aguiar, otorgado ante el escribano de Ortigueira, Antonio López de Montenegro, el 20 de febrero de 1614, dejó por escrito y perfectamente delimitadas las disposiciones testamentarias de sucesión.

Tras do Río pasó entonces por línea sucesoria vincular a D^a Catalina Fernández de Aguiar, hija del anterior y sobrina por tanto de D. Gonzalo. Contrajo matrimonio con el capitán Matheo Sánchez Pardo de Lama, con el que tuvo una hija, D^a Marta de Aguiar y Valcarcel, quien no tuvo descendencia a pesar de casarse varias veces.

Tras la muerte de D^a Marta de Aguiar, heredó los derechos vinculantes su sobrina D^a Jacinta y, posteriormente por matrimonio, transmitió el vínculo a la casa de Luaces de Mondoñedo, hasta que en 1830 falleció su último dueño, D. José María del Carmen Luaces y Presno, el cual cita el Padre Gándara en su trabajo titulado *Blasones y Linajes de Galicia* (tomo G-M páginas 242-243) donde dejó escrito, hablando de D. José María Luaces y Presno, que era «dueño de las casas principales de San Esteban de Piantón en Asturias y de las de Tras do Río en la Feligresía de Santa María de San Claudio», como legítimo sucesor de los fundadores.

Después de la muerte del último poseedor, se hace con los bienes de Tras do Río – Casa de Luaces el propietario de la Casa del Souto en Santiago de Mera y a mediados del siglo XIX se adaptó como escuela de la parroquia de San Claudio, función que desempeñó hasta el primer cuarto del siglo XX.

En época reciente, un descendiente de D. González Fernández de Aguiar y de D^a María de Cora, con la intención de recuperar parte de esa historia decide comprar la propiedad. Este descendiente es quien, con mucho rigor y sentimiento, compuso los datos reflejados en el presente informe y que está en posesión de los testamentos y demás documentación que se menciona, el mencionado al inicio de esta memoria.

D. Carlos Breijo Rodríguez.

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1. SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

Como sustento de la edificación se mantienen los muros con su cimentación existente. Por su estado actual se determina que mantienen su capacidad portante.

Las nuevas cargas, por el tipo de sistema proyectado, son similares a las originales por lo que no presenta un riesgo para la estabilidad de la cimentación.

Se verifica también que el nivel freático se encuentra bajo esta cota de cimentación.

2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

2.2.1. CIMENTACIÓN Y CERRAMIENTOS VERTICALES

Los cerramientos verticales están formados por un muro tradicional de sillería de granito y barro, con un espesor de 70 cm. En su base, el ancho pasa a ser de 1,10 m, formando los apoyos de cimentación.

2.2.2. ESTRUCTURA HORIZONTAL

En el estado actual de la vivienda la estructura horizontal de madera se encuentra muy deteriorada por lo que se procede a su retirada y sustitución por vigas de madera laminada encolada de roble clase GL28h y viguetas de madera laminada encolada de roble clase GL24h.

Se mantienen los apoyos de la estructura de madera anterior en el muro de manera que se aprovechen los huecos existentes y el nuevo entramado trabaje en conjunto con el muro de sillería.

2.2.3. ESTRUCTURA DE CUBIERTA

La cubierta se sustituye en su totalidad, manteniendo la forma y volumen de la estructura original.

Se conserva un estilo de cubierta a tres aguas en el núcleo central de la vivienda mientras que en la zona baja se proyecta de nuevo una cubierta a cuatro aguas.

En cuanto a la edificación secundaria, que en el estado actual no contaba con cubierta por el abandono, se proyecta una cubierta a dos aguas.

El sistema de cubierta proyectado es el mismo para las tres edificaciones. Como sustento cuenta con vigas de madera laminada encolada de roble clase GL28h y escuadría 15x20 cm. Sobre las vigas se coloca un panel sándwich con acabado imitación madera por el interior y aislamiento de 12,5 cm de poliestireno extruido. Sobre los paneles se coloca un tablero hidrófugo de madera que soporta los rastreles sobre los que se colocará la cobertura de pizarra.

2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se detalla a continuación las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de cada clase resistente de la madera laminada encolada utilizada en la estructura.

Estos valores están recogidos la tabla E.3 dentro del punto E.2.1. del Anexo E del CTE DB-SE.

Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades	Clase Resistente			
	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Resistencia (característica), en N/mm²				
- Flexión $f_{m,g,k}$	24	28	32	36
- Tracción paralela $f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular $f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela $f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular $f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante $f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Rigidez, en kN/mm²				
- Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,g,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil $E_{0,g,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9
- Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,g,medio}$	0,39	0,42	0,46	0,49
- Módulo transversal medio $G_{g,medio}$	0,72	0,78	0,85	0,91
Densidad, en kg/m³				
Densidad característica $\rho_{g,k}$	380	410	430	450

2.3. SISTEMA ENVOLVENTE

2.3.1. SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

Se proyecta un forjado sanitario en contacto con el terreno en la planta semisótano donde se ubica la sala de estar, el cuarto de instalaciones y la bodega. En la zona central de la planta baja donde se encuentra el recibidor y la cocina se proyecta también el mismo sistema.

Ambos forjados sanitarios tipo CAVITI están compuestos por hormigón armado 25+5 cm, colocado sobre el encofrado perdido de moldes de polipropileno reciclado de dimensiones 50x50x25 cm. En la capa superior se coloca una capa de compresión con mallazo de Ø5x5 B500T cada 20x20 cm. Por último, se coloca un zuncho perimetral con armado 2Ø10 B500S y cercos Ø6c20.

En la parte superior se colocan de arriba abajo los siguientes materiales:

- Gres porcelánico.
- Capa de compresión e=5 cm con mallazo de Ø5x5 B500T 20x20 cm.
- Aislamiento planchas de XPS.

En la parte inferior del forjado sanitario se colocan de arriba abajo los siguientes materiales:

- Hormigón de limpieza HM-20, e=10 cm.
- Lámina de PVC para impermeabilización.
- Terreno natural compactado.

2.3.1.1. Características de los materiales

Módulo tipo CAVITI de polipropileno reciclado

Se presentan las características técnicas del módulo elegido para el presente proyecto así como una imagen de referencia.

CAVITI MODELO C-50	
Material	Polipropileno reciclado
Dimensiones en planta	500x500x250 mm
Altura total	500 mm
Altura interior	450 mm
Superficie de apoyo sobre el terreno	315,65 cm ² /pilar
Consumo de hormigón	73 litros/m ²
Repercusión de piezas/m ²	2,3 ud/m ²
Peso propio incluido el hormigón (excluida la capa de hormigón)	160 kg/m ²
Tipo de hormigón a utilizar en la capa de compresión	HA-25 N/mm ²
Tipo de hormigón a utilizar en la capa de regularización	HM-20 N/mm ²
Embalaje	90 ud/palet=39,15 m ² (palet 100x75x230 cm)
m ² por trailer	1350 m ²
Aplicación	Forjados sanitarios, recrecidos
Restricciones de uso	Terrenos de arcillas expansivas



Imagen 24: Modulo CAVITI.

2.3.2. CERRAMIENTOS VERTICALES

Como se ha mencionado anteriormente los cerramientos verticales de la envolvente son los propios muros originales de la vivienda. Debido al deterioro que evidencia estos muros se proyectan diferentes actuaciones que permitan garantizar su estabilidad e integridad, así como prevenir la entrada de agua.

Se aplica sobre los muros una limpieza inicial de la maleza presente seguida de un rejuntado e inyección, para finalizar con un acabado exterior de revoco de cal que proteja a la piedra de las variaciones atmosféricas mientras permite al muro trabajar correctamente disipando la humedad que pudiera ingresar.

Por el interior y a fin de garantizar las condiciones térmicas óptimas para los usuarios, se ha optado por la colocación en toda la vivienda de un trasdosado autoportante de placas de yeso laminado con aislamiento en su interior de poliestireno extruido de espesor 8 cm. Para colocar este trasdosado se regulariza la superficie interior del muro con el mismo proceso que en el exterior: limpieza, rejuntado y aplicación de mortero de cal.

2.3.2.1. Huecos en cerramientos verticales:

En las carpinterías de los cerramientos verticales se coloca el modelo COR Galicia Premium C16 RPT de Cortizo en las ventanas. Este modelo mixto combina el aluminio en el exterior con madera en su interior. En la parte interior su acabado es de roble americano y en exterior se le aplica un lacado de imitación madera.

Los perfiles de aluminio del exterior se ensamblan con varillas de poliamida con marco 14,8 mm y hoja 16 mm, formando la Rotura de Puento Térmico con lo que alcanza un coeficiente de transmisión térmica mínimo de 1,10 (W/m²K).



Imagen 25: Detalle COR Galicia Premium

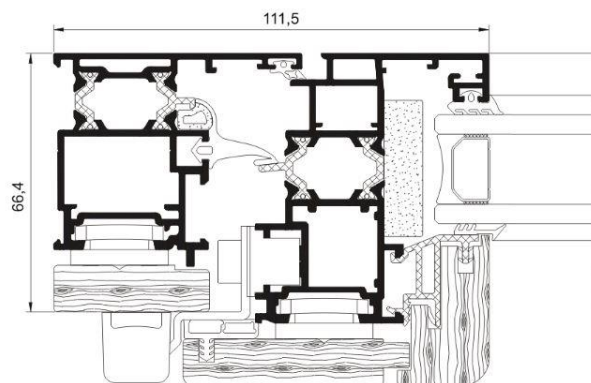


Imagen 26: Sección COR Galicia Premium

2.3.3. CUBIERTAS

La cubierta está compuesta por una estructura de vigas de madera laminada encolada sobre las que se apoya un panel sándwich de espesor 126 mm, conformado por un tablero aglomerado hidrófugo de 16 mm hacia el exterior, un núcleo de aislante de poliestireno extruido XPS con 100 mm de espesor y un acabado hacia el interior de friso de abeto machiembrado de 10 mm, con barniz retardante al fuego.

Sobre el panel sandwich se coloca el sistema de rastreles de madera de escuadría 50x30 mm sobre el que se colocan las piezas de pizarra de dimensiones 300x600 mm que forman la cobertura utilizando ganchos clavados a los rastreles como método de sujeción.

2.3.3.1. Características de los materiales

Características y propiedades térmicas del panel sandwich marca Caliplac.

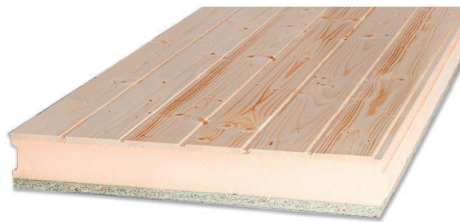


Imagen 27: Panel sandwich Caliplac

DIMENSIONES (mm)

LARGO	ANCHO	GROSOR
2400	550	66 / 76 / 86 / 106 / 126
3000	550	66 / 76 / 86 / 106 / 126

Consultar disponibilidad para otras medidas y grosores.

COMPOSICIÓN

CAPA	COMPOSICIÓN	GROSOR
INTERIOR	Friso de abeto	10 mm
NÚCLEO	Poliestireno Extruido (XPS)	40 / 50 / 60 / 80 / 100 mm
EXTERIOR	Aglomerado Hidrófugo	16 mm

DATOS TÉCNICOS

REFERENCIA	PROPIEDADES TÉRMICAS	CARGAS PARA L/250 / Kgr/m ²			
		Peso Kgr/m ²	1200 mm	800 mm	600 mm
	W/m ² °K				
CAXH/10-40-16	0,52	16,70	420	790	946
CAXH/10-50-16	0,44	17,00	525	1122	1217
CAXH/10-60-16	0,38	17,40	640	1285	1497
CAXH/10-80-16	0,29	18,10	892	1510	1728
CAXH/10-100-16	0,22	18,60	1196	1784	1982

Imagen 28: Datos técnicos panel sandwich Caliplac

2.4. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

2.4.1. PARTICIONES VERTICALES

En las particiones interiores verticales para la distribución de las diferentes estancias se ha optado por un sistema de entramado autoportante formado por placas de yeso laminado con un aislamiento interior de lana mineral con un total de 100 mm de espesor. Estos tabiques simples están compuestos por la estructura autoportante de montantes y canales de perfiles metálicos con las placas de yeso laminado atornilladas a una a cada lado de la misma. En su interior se coloca la lana de roca volcánica con espesor 80 mm.

2.4.1.1. Huecos en particiones verticales:

En las dos puertas de acceso se ha colocado una puerta maciza acorazada hecha de madera de roble y con molduras rectas.

Las puertas interiores de separación de estancias son de madera semimaciza lisa, con la estructura perimetral de madera densa y las caras en tablero MDF con acabado madera.

Se detalla en el *Plano 64: Memoria de Carpinterías* las dimensiones y apertura de cada carpintería.

2.4.2. PARTICIONES HORIZONTALES

El entramado horizontal de estructura de madera está formado por vigas y viguetas de madera laminada encolada de roble con clase resistente GL28h para las vigas y clase GL24h para las viguetas. Sobre esta estructura se coloca como acabado una tarima de roble de dimensiones 2500x100x30 mm.

2.5. SISTEMAS DE ACABADOS

2.5.1. EXTERIORES

En el acabado de los cerramientos exteriores se ha optado por una pintura blanca sobre el mortero de cal aplicado, dejando la vivienda con su estética tradicional original.

2.5.2. INTERIORES

En las diferentes estancias interiores se han dispuesto los siguientes acabados:

En los acabados porcelánicos de acabados del suelo, se ha optado por la serie DOVER INTER con dimensiones 30,6x30,6cm para los cuartos húmedos (a excepción de la cocina) y la serie ABADIA OLD con dimensiones 50x50cm para la cocina, recibidor, cuarto de almacenaje y la recepción.

Para los acabados porcelánicos de paredes se ha optado por la serie COTTO, con dimensiones 50x50, que se colocará en los paramentos de la cocina, y la serie LAMBDA 60x60 en los cuartos húmedos restantes.

Tanto en la planta primera como en la planta bajo cubierta, se opta por dejar el entramado estructural de madera a la vista sin falso techo. La misma solución se adoptará en toda la zona del núcleo inferior de la planta baja.

- Planta semisótano:

LEYENDA DE ACABADOS	
Planta semisótano	
Estancia	Sup. Útil (m ²)
01. Cuarto de instalaciones	8,66
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
02. Bodega	8,66
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
03. Almacenaje	9,57
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
04. Distribuidor	16,06
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
05. Salón	48,64
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)

-Planta baja:

LEYENDA DE ACABADOS	
Planta baja	
Estancia	Sup. Útil (m ²)
01. Almacenaje	4,41
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
02. Cocina	25,20
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Porcelánico 50x50 cm
03. Recibidor	17,27
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Falso techo de madera laminada de pino
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
04. Distribuidor 1	6,39
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
05. Lavandería	2,46
Suelo	Porcelánico 30x30 cm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
06. Baño 1	4,83
Suelo	Porcelánico 30x30 cm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Porcelánico 60x60 cm
07. Salón – comedor	32,05
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
08. Distribuidor 2	6,22
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
09. Baño 2	5,04
Suelo	Porcelánico 30x30 cm
Techo	Forjado visto de madera

LEYENDA DE ACABADOS	
Planta baja	
Paredes	Porcelánico 60x60 cm
10. Dormitorio	8,13
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
11. Baño 3	5,98
Suelo	Porcelánico 30x30 cm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Porcelánico 60x60 cm
12. Dormitorio principal accesible	16,04
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
13. Recepción	31,15
Suelo	Porcelánico 50x50 cm
Techo	Cubierta vista de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)

-Planta primera:

LEYENDA DE ACABADOS	
Planta primera	
Estancia	Sup. Útil (m ²)
01. Distribuidor	9,69
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
02. Dormitorio	15,06
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
03. Baño	5,76
Suelo	Porcelánico 30x30 cm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Porcelánico 60x60 cm
04. Dormitorio principal	19,95
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Forjado visto de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)

-Planta bajo cubierta:

LEYENDA DE ACABADOS	
Planta bajo cubierta	
Estancia	Sup. Útil (m ²)
01. Distribuidor	9,21
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Cubierta vista de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)
02. Bajo cubierta	41,74
Suelo	Tarima de roble 2500x100x30mm
Techo	Cubierta vista de madera
Paredes	Pintura al temple blanco (s/ mortero de yeso)

2.6. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

2.6.1. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

La instalación tiene como objetivo el cumplimiento del HS 5 Evacuación de aguas en el que se especifican los requisitos que debe cumplir la red para que la evacuación cumpla las garantías de higiene, salud y protección de medio ambiente.

- Descripción

Se ha diseñado la instalación de saneamiento siendo separativa por lo que la red de pequeña evacuación y las bajantes de aguas pluviales y residuales son independientes, de forma que se conectan de manera separada a la red general.

- Bases de cálculo

Se calcula el dimensionado y trazado de la red de evacuación según los apartados 3 y 4 del DB HS 5 de Evacuación de aguas.

2.6.1.1. Características de la instalación

- Tuberías para aguas residuales:

• Red de pequeña evacuación

Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

• Bajantes

Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, de PVC, unión pegada con adhesivo.

• Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

• Acometida

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

- Tuberías para aguas pluviales

• Bajantes y canalones

Canalón cuadrado de zinctitanio, natural, según UNE-EN 988.

Bajante circular de zinctitanio natural, electrosoldado por alta frecuencia, según UNE-EN 988.

• Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

• Acometida

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

2.6.2. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

La instalación tiene como objetivo el cumplimiento del HS 4 Suministro de agua de manera que se garantice que el agua sea apta para el consumo, no existan retornos en la instalación y esté dimensionada correctamente para evitar atascos.

- Descripción

Se dispone la red de fontanería con caudales suficientes para mantener las condiciones higiénicas y garantizar el funcionamiento de la instalación sin retornos que puedan alterar las condiciones de consumo de la misma.

- Bases de cálculo

Se ha calculado la instalación siguiendo los parámetros indicados por el DB HS 4 en sus apartados 3 y 4.

2.6.2.1. Características de la instalación

- Acometidas

Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 1,03 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadrado colocado mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

- Tubos de alimentación

Instalación de alimentación de agua potable de 1,39 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

- Instalaciones particulares

Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 20 mm (22.12 m), 25 mm (5.71 m), 32 mm (0.26 m).

2.6.3. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

La instalación tiene como objetivo dotar a la vivienda de las condiciones térmicas necesarias para garantizar el confort de los usuarios mientras se asegura la eficiencia energética de la misma.

- Descripción

Se calcula la instalación de calefacción para que los espacios habitables de la vivienda gocen de unas condiciones térmicas aptas que cumplan los requisitos de bienestar e higiene, eficiencia y seguridad que establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.

- Bases de cálculo

La instalación cumple los parámetros de cálculo del DB HE 2 y el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.

2.6.3.1. Características de la instalación

Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 200 l, potencia 2,2 kW, de 1570 mm de altura y 513 mm de diámetro, formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano, ánodo de sacrificio de magnesio. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera, latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida, modelo "ElacellSmart JUNKERS ES 150 6 220W".

Caldera de condensación a gas, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, potencia de 24 kW, caudal específico de A.C.S. según UNE-EN 625 de

16,6 l/min, dimensiones 890x600x482 mm, panel de mandos con display digital, depósito de acero esmaltado de 48 litros con protección por ánodo de magnesio, modelo CerapurAcu Smart ZWSB 30-4A "JUNKERS", con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto.

2.6.4. **INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

El objetivo de la instalación es proveer a la vivienda de las condiciones eléctricas necesarias para mantener el confort de los usuarios, así como especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica, y justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

2.6.4.1. Características de la instalación

- **Caja general de protección**

Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Se instalará una caja general de protección para cada esquema, con su correspondiente línea general de alimentación.

La caja general de protección se situará en zonas de acceso público.

Cuando las puertas de las CGP sean metálicas, deberán ponerse a tierra mediante un conductor de cobre.

Cuando el suministro sea para un único usuario o para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, conforme a la instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, se simplifica la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM).

- **Derivaciones individuales**

Las derivaciones individuales enlazan cada contador con su correspondiente cuadro general de mando y protección.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
1	(Cuadro de vivienda)	2.75	ES07Z1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 5G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=40 mm

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Se ha previsto la colocación de tubos de reserva desde la concentración de contadores hasta las viviendas o locales, para las posibles ampliaciones.

- Instalaciones interiores o receptoras

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Guardamotor, destinado a la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y riesgo de la falta de tensión en una de las fases en los motores trifásicos.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
(Cuadro de vivienda)	-		
Sub-grupo 1	-		
C14 (Climatización)	9.75	H07V-K Eca 5G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
Sub-grupo 2	-		
C6 (iluminación)	636.90	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C3 (cocina/horno)	8.63	H07V-K Eca 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm
C5 (baño y auxiliar de cocina)	64.53	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C15 (ventilación interior)	32.22	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
Sub-grupo 3	-		
C1 (iluminación)	18.02	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C2 (tomas)	153.63	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	19.75	H07V-K Eca 3G4	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C12 (baño y auxiliar de cocina)	45.76	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
Sub-grupo 4	-		
C7 (tomas)	163.30	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C13 (alumbrado de emergencia)	52.17	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C10 (secadora)	5.73	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C7(2) (tomas)	20.24	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm

- **Agua caliente sanitaria y climatización**


La instalación incluye equipos para producción de A.C.S. y climatización, siendo su descripción, ubicación y potencia eléctrica la descrita en la siguiente tabla:

Equipos para producción de A.C.S. y climatización		
Descripción	Planta	P _{calc} [W]
(Cuadro de vivienda)		
Unidad termo eléctrico, para instalación en exterior	0	2000.0(trif.)


2.7. EQUIPAMIENTOS

2.7.1. CUARTOS DE BAÑO


- **Lavabo**

Lavabo de porcelana		
Marca	Roca	
Unidades	4	
Ubicación	Planta baja: Baño 1, baño 2 y baño 3 Planta primera: Baño 4	
Descripción	Lavabo de porcelana mural o sobremueble, modelo Prisma, color blanco de dimensiones 800x450x130 mm, con fijaciones incluidas	

- **Inodoro**


Inodoro completo de tanque bajo		
Marca	Roca	
Unidades	4	
Ubicación	Planta baja: Baño 1, baño 2 y baño 3 Planta primera: Baño 4	
Descripción	Pack inodoro completo compacto de tanque bajo compuesto por taza Rimless con salida dual, cisterna con mecanismo de doble pulsador (4,5/3 litros) de alimentación lateral y asiento y tapa de Supralit® con caída amortiguada. Dimensiones 370x600x785 mm, color blanco brillo.	

- **Bañera**

Bañera oval		
Marca	Roca	
Unidades	2	
Ubicación	Planta baja: Baño 3 Planta primera: Baño 4	
Descripción	Bañera oval de fundición esmaltada con exterior color gris y fondo antideslizante, dimensiones 1600x800x626 mm color interior blanco	

- **Ducha**


Plato de ducha porcelana angular	
Marca	Roca
Unidades	2
Ubicación	Planta baja: Baño 1 y 2
Descripción	Plato de ducha de porcelana angular con fondo antideslizante, color blanco. Dimensiones 1000x1000x65 mm.



2.7.2. ELEMENTOS DE CALEFACCIÓN Y A.C.S.


- **Termo eléctrico**

Termo eléctrico	
Marca	JUNKERS
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: Recepción
Descripción	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 200 l, potencia 2,2 kW, de 1570 mm de altura y 513 mm de diámetro, formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano, ánodo de sacrificio de magnesio. Modelo "ElacellSmart JUNKERS ES 150 6 220W".



- **Caldera**

Caldera de condensación a gas	
Marca	JUNKERS
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: Recepción
Descripción	Caldera mural de condensación a gas, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, potencia de 24 kW, caudal específico de A.C.S. según UNE-EN 625 de 16,6 l/min, dimensiones 890x600x482 mm, panel de mandos con display digital, depósito de acero esmaltado de 48 litros con protección por ánodo de magnesio, modelo CerapurAcu Smart ZWSB 30-4A "JUNKERS", con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto.



- Radiador

Radiador de aluminio inyectado	
Marca	BAUHAUS
Unidades	11
Ubicación	Planta baja: Cocina, salón-comedor, dormitorio, distribuidor 2 y dormitorio principal accesible. Planta primera: Dormitorio y dormitorio principal.
Descripción	Radiador de aluminio inyectado, emisión calorífica 1086,4 kcal/h, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, compuesto de 8 elementos, de 781 mm de altura, con frontal plano, en instalación de calefacción centralizada por agua, con sistema bitubo, color blanco.



- Radiador toallero

Radiador de aluminio inyectado	
Marca	BAUHAUS
Unidades	4
Ubicación	Planta baja: Baño 1, baño 2 y baño 3 Planta primera: Baño 4
Descripción	Radiador toallero tubular de chapa de acero acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica, de 600x1133 mm y emisión calorífica 608 kcal/h para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente, en instalación de calefacción centralizada por agua, para instalación con sistema bitubo, color blanco.



2.7.3. COCINA


- Fregadero

Fregadero acero inoxidable	
Marca	TEKA
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: cocina
Descripción	Fregadero bajo encimera con cubeta inoxidable de acero 18/10, con radio de cubeta R15 para facilitar la limpieza y evacuación del agua, desagüe con válvula canasta 3½" y sifón con accesorios de fijación incluidos y profundidad de la cubeta de 200 mm.




- **Lavavajillas**

Lavavajillas con tercera bandeja	
Marca	TEKA
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: cocina
Descripción	Lavavajillas libre instalación 60 cm Premium Care Series para 14 cubiertos y tercera bandeja MultiFlex3, con 8 programas de lavado, color acero inoxidable.



- **Frigorífico**


Frigorífico	
Marca	TEKA
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: cocina
Descripción	Frigorífico de libre instalación Long Life No Frost con tecnología Ion Clean, capacidad total de 360 litros, color acero inoxidable.



2.7.4. LAVADERO


- **Lavadora**

Lavadora	
Marca	TEKA
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: Lavadero
Descripción	Lavadora de libre instalación Premium Care Series con 15 programas de lavado y capacidad de 8kg, dimensiones 557x596x845 mm, capacidad 55 litros, color acero inoxidable



- **Secadora**

Secadora	
Marca	TEKA
Unidades	1
Ubicación	Planta baja: Lavadero
Descripción	Secadora Expert Care Series de condensación con capacidad de 8kg y dimensiones 609x596x845 mm, capacidad 112 litros, color blanco.



3. ANEXOS

3.1. DB-SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL

3.1.1. COMPROBACIONES DE CUBIERTA

3.1.1.1. DATOS DE OBRA

3.1.1.1.1. Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: C. Zonas de acceso al público

3.1.1.1.2. Estados límite

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

3.1.1.1.3. Situaciones de proyecto

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

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

Donde:

G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.700	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

- **Desplazamientos**

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

3.1.1.1.4. Resistencia al fuego

- **Perfiles de madera**

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencia requerida: R30

3.1.1.2. ESTRUCTURA

3.1.1.2.1. Geometría

Nudos

- **Referencias:**

Δ_x , Δ_y , Δ_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

θ_x , θ_y , θ_z : Giros prescritos en ejes globales

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
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)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	7.290	2.966	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N2	3.656	2.966	1.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	2.966	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N4	3.656	9.239	1.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.022	10.407	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N6	7.290	8.071	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N7	7.290	5.110	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N8	3.656	5.110	1.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	5.110	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N10	7.290	7.371	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N11	3.656	7.371	1.750	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	7.371	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N13	3.625	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N14	7.290	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	0.000	0.000	X	X	X	-	-	-	Empotrado

Barras

- Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Tipo	Material Designación	E (MPa)	ν	G (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m ³)

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 α_t : Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

- Descripción

Descripción									
Tipo	Material Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
		N3/N2	N3/N2	R 150x180 (R)	4.053	1.00	1.00	-	-
		N2/N8	N2/N4	R 150x200 (R)	2.144	1.00	1.00	-	-
		N8/N11	N2/N4	R 150x200 (R)	2.261	1.00	1.00	-	-
		N11/N4	N2/N4	R 150x200 (R)	1.868	1.00	1.00	-	-
		N5/N4	N5/N4	R 150x180 (R)	4.199	1.00	1.00	-	-
		N6/N4	N6/N4	R 150x180 (R)	4.199	1.00	1.00	-	-
		N7/N8	N7/N8	R 150x180 (R)	4.033	1.00	1.00	-	-
		N9/N8	N9/N8	R 150x180 (R)	4.053	1.00	1.00	-	-
		N10/N11	N10/N11	R 150x180 (R)	4.033	1.00	1.00	-	-
		N12/N11	N12/N11	R 150x180 (R)	4.053	1.00	1.00	-	-
		N13/N2	N13/N2	R 150x180 (R)	3.444	1.00	1.00	-	-
		N14/N2	N14/N2	R 150x200 (R)	5.006	1.00	1.00	-	-
		N15/N2	N15/N2	R 150x200 (R)	5.022	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

- **Características mecánicas**

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N2, N5/N4, N6/N4, N7/N8, N9/N8, N10/N11, N12/N11 y N13/N2
2	N2/N4, N14/N2 y N15/N2

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Madera	GL24c	1	R 150x180, (R)	270.00	225.00	225.00	7290.00	5062.50	10011.60
		2	R 150x200, (R)	300.00	250.00	250.00	10000.00	5625.00	12105.00
<p><i>Notación:</i> 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.</p>									

- **Tabla de medición**

Tabla de medición								
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)		
Tipo	Designación							
Madera	GL24c	N1/N2	R 150x180 (R)	4.033	0.109	45.74		
		N3/N2	R 150x180 (R)	4.053	0.109	45.97		
		N2/N4	R 150x200 (R)	6.274	0.188	79.05		
		N5/N4	R 150x180 (R)	4.199	0.113	47.62		
		N6/N4	R 150x180 (R)	4.199	0.113	47.62		
		N7/N8	R 150x180 (R)	4.033	0.109	45.74		
		N9/N8	R 150x180 (R)	4.053	0.109	45.97		
		N10/N11	R 150x180 (R)	4.033	0.109	45.74		
		N12/N11	R 150x180 (R)	4.053	0.109	45.97		
		N13/N2	R 150x180 (R)	3.444	0.093	39.05		
		N14/N2	R 150x200 (R)	5.006	0.150	63.08		
		N15/N2	R 150x200 (R)	5.022	0.151	63.28		
		<p><i>Notación:</i> Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final</p>						

- **Resumen de medición**

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Madera	GL24c	R	R 150x180	36.103			0.975			409.41		
			R 150x200	16.303			0.489			205.41		
				52.405				1.464			614.82	
						52.405			1.464			614.82

3.1.1.2.2. Cargas

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:**

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

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Ejes	Dirección		
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)		X	Y	Z
N1/N2	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	G 1	Trapezoidal	2.55 5	1.072	0.000	4.033	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N2	N 1	Trapezoidal	0.76 6	0.322	0.000	4.033	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N2	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N2	G 1	Trapezoidal	2.55 5	1.072	0.000	4.053	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N2	N 1	Trapezoidal	0.76 6	0.322	0.000	4.053	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N8	Carga permanente	Uniforme	0.12 4	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N11	Carga permanente	Uniforme	0.12 4	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N4	Carga permanente	Uniforme	0.12 4	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N4	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N4	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N4	G 1	Trapezoidal	0.33 6	0.897	0.000	4.199	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N4	N 1	Trapezoidal	0.10 1	0.269	0.000	4.199	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N7/N8	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	G 1	Uniforme	2.20 3	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	N 1	Uniforme	0.66 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N8	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N8	G 1	Uniforme	2.20 3	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N8	N 1	Uniforme	0.66 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	G 1	Trapezoidal	1.48 1	2.065	0.000	4.033	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N11	N 1	Trapezoidal	0.44 4	0.619	0.000	4.033	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	G 1	Trapezoidal	4.16 7	2.999	0.000	4.053	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N11	N 1	Trapezoidal	1.25 0	0.900	0.000	4.053	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	Carga permanente	Uniforme	0.11 1	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	G 1	Triangular Izq.	3.64 5	-	0.000	3.444	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N2	N 1	Triangular Izq.	1.09 3	-	0.000	3.444	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N2	Carga permanente	Uniforme	0.12 4	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N2	G 1	Triangular Izq.	1.19 5	-	0.000	5.006	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N2	G 1	Triangular Izq.	1.26 0	-	0.000	5.006	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N2	N 1	Triangular Izq.	0.35 8	-	0.000	5.006	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N2	N 1	Triangular Izq.	0.37 8	-	0.000	5.006	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N2	Carga permanente	Uniforme	0.12 4	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N2	G 1	Triangular Izq.	1.19 7	-	0.000	5.022	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N2	G 1	Triangular Izq.	1.24 3	-	0.000	5.022	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N2	N 1	Triangular Izq.	0.35 9	-	0.000	5.022	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N2	N 1	Triangular Izq.	0.37 3	-	0.000	5.022	Globales	0.000	0.000	-1.000

3.1.1.2.3. Resultados

Barras

- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

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

- Barra N12/N11

Perfil: R 150x180 Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N12	N11	4.053	270.00	7290.00	5062.50	10011.60
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	4.053	4.053	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

η : **0.116** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

η : **0.186** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

η : **0.253** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d} : \underline{1.3}$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d} : \underline{34.13}$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : \underline{270.00}$ cm²

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

$f_{c,0,d} : \underline{10.9}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : \underline{0.65}$

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

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : \underline{1.25}$

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y} : \underline{0.62}$

$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$

Donde:

$k_y : \underline{1.23}$

$k_z : \underline{1.55}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$\beta_c : \underline{0.10}$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y} : \underline{1.17}$

$\lambda_{rel,z} : \underline{1.41}$

Donde:

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

$E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

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

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_y : \underline{78.01}$

$\lambda_z : \underline{93.61}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y} : \underline{4053.47}$ mm

$L_{k,z} : \underline{4053.47}$ mm

i : Radio de giro

$i_y : \underline{51.96}$ mm

$i_z : \underline{43.30}$ 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:

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

$\eta : \underline{0.819}$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d^+} : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d^-} : \frac{11.2}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

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

$$M_{y,d^-} : \frac{9.11}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \frac{810.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$f_{m,y,d^+} : \frac{10.6}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d^-} : \frac{13.7}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod^+} : \frac{0.50}{\quad}$$

$$k_{mod^-} : \frac{0.65}{\quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \frac{\text{Permanente}}{\quad}$$

$$\text{Clase}^- : \frac{\text{Duración media}}{\quad}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \frac{3}{\quad}$$

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

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\quad} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.10}{\quad}$$

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

Donde:

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

$$h : \frac{180.00}{\quad} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

- **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:

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

$$\eta : \frac{0.014}{\quad}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,z,d^+} : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d^-} : \frac{0.2}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

$$M_{z,d^-} : \frac{0.13}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,z} : \frac{675.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,z,d}^+ : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d}^- : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod}^+ : \underline{0.50}$$

$$k_{mod}^- : \underline{0.65}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$Clase^+ : \underline{Permanente}$$

Clase de servicio

$$Clase^- : \underline{Duración media}$$

$$Clase : \underline{3}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

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

Donde:

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

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{270.00} \text{ cm}^2$$

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

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

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

$$f_{v,d} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

γ_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:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.991} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d} : \underline{1.1}$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : \underline{13.67}$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : \underline{270.00}$ cm²

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

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

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

$f_{v,d} : \underline{1.1}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : \underline{0.65}$

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

$f_{v,k} : \underline{2.2}$ MPa

γ_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)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.829} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.588} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d} : \underline{11.2}$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.2}$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : \underline{9.11}$ kN·m

$M_{z,d} : \underline{0.13}$ kN·m

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

$W_{el,y} : \underline{810.00}$ cm³

$W_{el,z} : \underline{675.00}$ cm³

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

$f_{m,y,d} : \underline{13.7}$ MPa

$$f_{m,z,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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 tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.835} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.594} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$$\eta : \underline{0.952} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.755} \quad \checkmark$$

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:

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

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.8} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{22.58} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{270.00} \text{ cm}^2$$

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

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{11.2} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.2} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-9.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{810.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{675.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{10.9} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$$f_{m,y,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

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

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

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

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.62}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.072}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.224}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.382}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{1.7} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{20.32} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{116.56} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$$

Donde:

$$k_{y,fi} : \underline{2.02}$$

$$k_{z,fi} : \underline{3.12}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

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

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.70}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.25}$$

Donde:

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

E_{0,k} : 9400.0 MPa

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

f_{c,0,k} : 21.0 MPa

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

λ_{fi}: Esbeltez mecánica, dada por:

λ_{y,fi} : 113.24

λ_{z,fi} : 149.38

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra

L_{k,y} : 4053.47 mm

L_{k,z} : 4053.47 mm

i_{fi}: Radio de giro

i_{y,fi} : 35.80 mm

i_{z,fi} : 27.14 mm

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.739**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,y,d,fi}⁺ : 0.0 MPa

σ_{m,y,d,fi}⁻ : 22.4 MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{y,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{y,d}⁻ : 5.40 kN·m

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

W_{el,y,fi} : 240.89 cm³

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

f_{m,y,d,fi} : 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por:

k_{h,fi} : 1.10

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} :	<u>124.00</u>	mm
γ_{M,fi} : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_{M,fi} :	<u>1.00</u>	
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	<u>1.15</u>	

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.014**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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:

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,z,d,fi}⁺ :	<u>0.0</u>	MPa
σ_{m,z,d,fi}⁻ :	<u>0.4</u>	MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{z,d}⁻ : 0.08 kN·m

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

W_{el,z,fi} : 182.61 cm³

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

f_{m,z,d,fi} : 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por:

k_{h,fi} : 1.10

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

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

γ_{M,fi}: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_{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 cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.001$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{y,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d} : 0.02$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 116.56$ cm²

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:

$f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : 1.15$

- Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.615$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{z,d,fi} : 1.6$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 8.10$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 116.56$ cm²

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:

$f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$

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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.749 ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.532 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 22.4 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.4 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 5.40 kN·m

$M_{z,d}$: 0.08 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.10

$k_{h,z,fi}$: 1.10

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 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 : 0.70

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.751 ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.534 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.898 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.785 ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 1.2 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 13.48 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 22.4 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.4 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: -5.40 kN·m

$M_{z,d}$: 0.08 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N10/N11

Perfil: R 150x180 Material: Madera (GL24c)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N10	N11	4.033	270.00	7290.00	5062.50	10011.60	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _k	4.033	4.033	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R30							

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.105}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.168}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.228}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{31.00} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{270.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{10.9} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$\chi_{c,y}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y} : \underline{0.63}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

Donde:

$$k_y : \underline{1.23}$$

$$k_z : \underline{1.54}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

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

$$\lambda_{rel,y} : \underline{1.17}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{1.40}$$

Donde:

E_{0,k} : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	E_{0,k} : <u>9400.0</u> MPa
f_{c,0,k} : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	f_{c,0,k} : <u>21.0</u> MPa
λ : Esbeltez mecánica, dada por:	λ_y : <u>77.62</u>
	λ_z : <u>93.15</u>

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra	L_{k,y} : <u>4033.46</u> mm
	L_{k,z} : <u>4033.46</u> mm
i : Radio de giro	i_y : <u>51.96</u> mm
	i_z : <u>43.30</u> 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:

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

η : **0.786**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

σ_{m,d} : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,y,d}⁺ : <u>0.0</u> MPa
	σ_{m,y,d}⁻ : <u>10.8</u> MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **M_{y,d}⁺** : 0.00 kN·m

M_{y,d}⁻ : 8.74 kN·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **W_{el,y}** : 810.00 cm³

f_{m,d}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **f_{m,y,d}⁺** : 10.6 MPa

f_{m,y,d}⁻ : 13.7 MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod}⁺** : 0.50

k_{mod}⁻ : 0.65

Donde:

Clase de duración de la carga **Clase⁺** : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio **Clase** : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión **f_{m,k}** : 24.0 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:

Donde:

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

$$h : \frac{180.00}{\quad} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

- **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:

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

$$\eta : \quad \mathbf{0.010}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,z,d}^+ : \frac{0.1}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}^- : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{z,d}^+ : \frac{0.09}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,z} : \frac{675.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,z,d}^+ : \frac{13.7}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d}^- : \frac{10.6}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod}^+ : \frac{0.65}{\quad}$$

$$k_{mod}^- : \frac{0.50}{\quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\mathbf{Clase}^+ : \textit{Duración media}$$

$$\mathbf{Clase}^- : \textit{Permanente}$$

Clase de servicio

$$\mathbf{Clase} : \frac{3}{\quad}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\quad} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.10}{\quad}$$

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

Donde:

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

$$h : \frac{150.00}{\quad} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

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

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{270.00} \text{ cm}^2$$

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

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

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

$$f_{v,d} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

γ_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:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.620}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.7} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{8.56} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{270.00} \text{ cm}^2$$

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

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

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

$$f_{v,d} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

γ_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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.793** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.560** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d}$: 10.8 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 0.1 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 8.74 kN·m

$M_{z,d}$: 0.09 kN·m

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

$W_{el,y}$: 810.00 cm³

$W_{el,z}$: 675.00 cm³

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

$f_{m,y,d}$: 13.7 MPa

$f_{m,z,d}$: 13.7 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.10

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 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 : 0.70

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.801$ ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.568$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$\eta : 0.930$ ✓

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

$\eta : 0.745$ ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d} : 0.9$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d} : 25.16$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$\sigma_{m,y,d} : 10.8$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : 0.1$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -8.74$ kN·m

$M_{z,d} : 0.09$ kN·m

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

$W_{el,y} : 810.00$ cm³

$W_{el,z} : 675.00$ cm³

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

$f_{c,0,d} : 10.9$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{c,0,k} : 21.0$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

$f_{m,y,d} : 13.7$ MPa

$f_{m,z,d} : 13.7$ MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

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

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

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

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.63}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.066} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.202} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.344} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{1.6}$ MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi} : \underline{18.48}$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : \underline{116.56}$ cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por: $\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$

$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$

Donde:

$k_{y,fi} : \underline{2.01}$

$k_{z,fi} : \underline{3.10}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas $\beta_c : \underline{0.10}$

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por: $\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.70}$

$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.24}$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra $E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por: $\lambda_{y,fi} : \underline{112.68}$

$\lambda_{z,fi} : \underline{148.64}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra $L_{k,y} : \underline{4033.46}$ mm

$L_{k,z} : \underline{4033.46}$ mm

i_{fi} : Radio de giro $i_{y,fi} : \underline{35.80}$ mm

$i_{z,fi} : \underline{27.14}$ mm

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.710**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,y,d,fi}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,y,d,fi}^-$: 21.5 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{y,d}^-$: 5.19 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase de servicio

Clase⁻ : Duración media

Clase : 3

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.10

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 124.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.010**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,z,d,fi}^+$: 0.3 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}^-$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$: 0.06 kN·m

$M_{z,d}^-$: 0.00 kN·m

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

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Duración media

Clase⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.10

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00


k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.001$ 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{y,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d} : 0.01$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 116.56$ cm²

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:

$f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$


k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : 1.15$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.386$ 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{z,d,fi} : 1.0$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 5.09$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 116.56$ cm²

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:

$f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$

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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.717 ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.507 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 21.5 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.3 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 5.19 kN·m

$M_{z,d}$: 0.06 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.10

$k_{h,z,fi}$: 1.10

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 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 : 0.70

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.719** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.510** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.881** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.786** ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 1.3 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 15.00 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 21.5 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.3 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: -5.19 kN·m

$M_{z,d}$: 0.06 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

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

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N3/N2

Perfil: R 150x180 Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N3	N2	4.053	270.00	7290.00	5062.50	10011.60
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L_K		4.053	4.053	0.000	0.000	
C_m		1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

η : 0.137 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

η : 0.221 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

η : 0.301 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d}$: 1.5 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 40.52 kN

A : Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.62

$\chi_{c,z}$: 0.46

Donde:

k_y : 1.23

k_z : 1.55

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.10

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y}$: 1.17

$\lambda_{rel,z}$: 1.41

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{9400.0} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

λ: Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{78.01}$$

$$\lambda_z : \underline{93.61}$$

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{4053.47} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{4053.47} \text{ mm}$$

i: Radio de giro

$$i_y : \underline{51.96} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{43.30} \text{ mm}$$

- 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:

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

$$\eta : \underline{0.531}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{7.3} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

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

$$M_{y,d}^- : \underline{5.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{810.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d}^+ : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d}^- : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod}^+ : \underline{0.50}$$

$$k_{mod}^- : \underline{0.65}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

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

$$\text{Clase}^- : \underline{Duración media}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

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

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

h : 180.00 mm
γ_M : 1.25

- **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:

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

η : 0.084 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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:

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

σ_{m,z,d}⁺ : 0.0 MPa
σ_{m,z,d}⁻ : 1.2 MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{z,d}⁻ : 0.78 kN·m

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

W_{el,z} : 675.00 cm³

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

f_{m,z,d}⁺ : 10.6 MPa

f_{m,z,d}⁻ : 13.7 MPa

Donde:

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

k_{mod}⁺ : 0.50

k_{mod}⁻ : 0.65

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 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:

Donde:

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

h : 150.00 mm


γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.014$ 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{y,d} : 0.0$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d} : 0.19$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$k_{cr} : 0.67$

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

$f_{v,d} : 1.1$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa


γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.499$ 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d} : 0.6$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 6.89$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$k_{cr} : 0.67$

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

$f_{v,d} : 1.1$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.590 ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.456 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d}$: 7.3 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 1.2 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 5.91 kN·m

$M_{z,d}$: 0.78 kN·m

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

$W_{el,y}$: 810.00 cm³

$W_{el,z}$: 675.00 cm³

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

$f_{m,y,d}$: 13.7 MPa

$f_{m,z,d}$: 13.7 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.10

$k_{h,z}$: 1.10

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 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 : 0.70

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.604$ ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.470$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$\eta : 0.779$ ✓

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

$\eta : 0.713$ ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d} : 1.3$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d} : 34.54$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$\sigma_{m,y,d} : 7.3$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : 1.2$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -5.91$ kN·m

$M_{z,d} : 0.78$ kN·m

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

$W_{el,y} : 810.00$ cm³

$W_{el,z} : 675.00$ cm³

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

$f_{c,0,d} : 10.9$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{c,0,k} : 21.0$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

$f_{m,y,d} : 13.7$ MPa

$f_{m,z,d} : 13.7$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

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

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

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

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_m : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_m : \underline{1.25}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.62}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.086}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.268}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.457}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{2.1} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{24.29} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{116.56} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$$

Donde:

$$k_{y,fi} : \underline{2.02}$$

$$k_{z,fi} : \underline{3.12}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

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

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.70}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.25}$$

Donde:

E_{0,k} : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	E_{0,k} : <u>9400.0</u> MPa
f_{c,0,k} : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	f_{c,0,k} : <u>21.0</u> MPa
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : <u>1.15</u>
λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:	λ_{y,fi} : <u>113.24</u>
	λ_{z,fi} : <u>149.38</u>

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra	L_{k,y} : <u>4053.47</u> mm
	L_{k,z} : <u>4053.47</u> mm
i_{fi} : Radio de giro	i_{y,fi} : <u>35.80</u> mm
	i_{z,fi} : <u>27.14</u> mm

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.481**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,y,d,fi}⁺ :	<u>0.0</u>	MPa
σ_{m,y,d,fi}⁻ :	<u>14.6</u>	MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{y,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{y,d}⁻ : 3.52 kN·m

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

W_{el,y,fi} : 240.89 cm³

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

f_{m,y,d,fi} : 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por:

k_{h,fi} : 1.10

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} :	<u>124.00</u>	mm
γ_{M,fi} : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_{M,fi} :	<u>1.00</u>	
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} :	<u>1.15</u>	

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : 0.084 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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:

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,z,d,fi}⁺ :	<u>0.0</u>	MPa
σ_{m,z,d,fi}⁻ :	<u>2.6</u>	MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{z,d}⁻ : 0.47 kN·m

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

W_{el,z,fi} : 182.61 cm³

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

f_{m,z,d,fi} : 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por:

k_{h,fi} : 1.10

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

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

γ_{M,fi}: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_{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 cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.009** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{y,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d}$: 0.12 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.312** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{z,d,fi}$: 0.8 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 4.11 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.540** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.421** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 14.6 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 2.6 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 3.52 kN·m

$M_{z,d}$: 0.47 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.10

$k_{h,z,fi}$: 1.10

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 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 : 0.70

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.545$ ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.427$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.769$ ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.811$ ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi} : 1.8$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi} : 20.73$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 116.56$ cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi} : 14.6$ MPa

$\sigma_{m,z,d,fi} : 2.6$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -3.52$ kN·m

$M_{z,d} : 0.47$ kN·m

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

$W_{el,y,fi} : 240.89$ cm³

$W_{el,z,fi} : 182.61$ cm³

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

$f_{c,0,d,fi} : 24.2$ MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi} : 1.00$

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

$f_{c,0,k} : 21.0$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : 1.15$

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

$f_{m,y,d,fi} : 30.4$ MPa

$f_{m,z,d,fi} : 30.4$ MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi} : 1.00$

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

$f_{m,k} : 24.0$ MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi} : 1.10$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

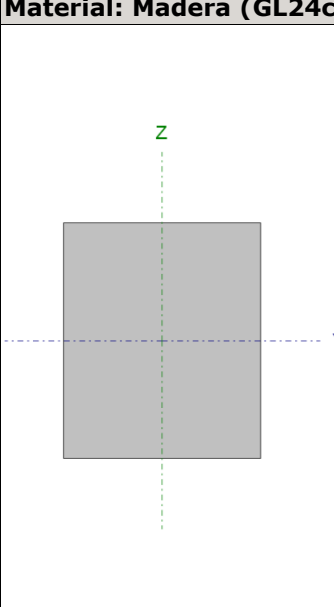
$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N1/N2

Perfil: R 150x180																												
Material: Madera (GL24c)																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm²)</th> <th>I_y⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_z⁽¹⁾ (cm⁴)</th> <th>I_p⁽²⁾ (cm⁴)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N1</td> <td>N2</td> <td>4.033</td> <td>270.00</td> <td>7290.00</td> <td>5062.50</td> <td>10011.60</td> </tr> <tr> <td colspan="7"> Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme </td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _p ⁽²⁾ (cm ⁴)	N1	N2	4.033	270.00	7290.00	5062.50	10011.60	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																							
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _p ⁽²⁾ (cm ⁴)																					
	N1	N2	4.033	270.00	7290.00	5062.50	10011.60																					
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_K</td> <td>4.033</td> <td>4.033</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	1.00	1.00	0.00	0.00	L _K	4.033	4.033	0.000	0.000	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000				
		Pandeo		Pandeo lateral																								
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																								
β	1.00	1.00	0.00	0.00																								
L _K	4.033	4.033	0.000	0.000																								
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000																								
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos																												
Situación de incendio Resistencia requerida: R30																												

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.138}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.220}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.299}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{1.5} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{40.68} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{270.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{10.9} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y} : \underline{0.63}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

Donde:

$$k_y : \underline{1.23}$$

$$k_z : \underline{1.54}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{1.17}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{1.40}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{9400.0} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \frac{21.0}{\text{MPa}}$$

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \frac{77.62}{\text{MPa}}$$

$$\lambda_z : \frac{93.15}{\text{MPa}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \frac{4033.46}{\text{mm}}$$

$$L_{k,z} : \frac{4033.46}{\text{mm}}$$

i : Radio de giro

$$i_y : \frac{51.96}{\text{mm}}$$

$$i_z : \frac{43.30}{\text{mm}}$$

- 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:

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

$$\eta : \quad \mathbf{0.531}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d^+} : \frac{0.0}{\text{MPa}}$$

$$\sigma_{m,y,d^-} : \frac{7.3}{\text{MPa}}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

$$M_{y,d^-} : \frac{5.90}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$

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

$$W_{el,y} : \frac{810.00}{\text{cm}^3}$$

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

$$f_{m,y,d^+} : \frac{10.6}{\text{MPa}}$$

$$f_{m,y,d^-} : \frac{13.7}{\text{MPa}}$$

Donde:

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

$$k_{mod^+} : \frac{0.50}{\text{MPa}}$$

$$k_{mod^-} : \frac{0.65}{\text{MPa}}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \frac{\text{Permanente}}{\text{MPa}}$$

$$\text{Clase}^- : \frac{\text{Duración media}}{\text{MPa}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \frac{3}{\text{MPa}}$$

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

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\text{MPa}}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.10}{\text{MPa}}$$

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

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : 180.00 mm
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : 1.25

- **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:

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

η : 0.085 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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:

σ_{m,d}: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **σ_{m,z,d}⁺** : 1.2 MPa
σ_{m,z,d}⁻ : 0.0 MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d}⁺ : 0.78 kN·m

M_{z,d}⁻ : 0.00 kN·m

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

W_{el,z} : 675.00 cm³

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

f_{m,z,d}⁺ : 13.7 MPa

f_{m,z,d}⁻ : 10.6 MPa

Donde:

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

k_{mod}⁺ : 0.65

k_{mod}⁻ : 0.50

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Duración media

Clase⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 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:

Donde:

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

h : 150.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.014$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{y,d} : 0.0$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d} : 0.19$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$k_{cr} : 0.67$

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

$f_{v,d} : 1.1$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.497$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d} : 0.6$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 6.86$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$k_{cr} : 0.67$

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

$f_{v,d} : 1.1$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.590}$$



$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.456}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{7.3} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{1.2} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{5.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{810.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{675.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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 tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.604** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.470** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

η : **0.778** ✓

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

η : **0.711** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d}$: 1.3 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 34.70 kN

A : Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

$\sigma_{m,y,d}$: 7.3 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 1.2 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: -5.90 kN·m

$M_{z,d}$: 0.78 kN·m

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

$W_{el,y}$: 810.00 cm³

$W_{el,z}$: 675.00 cm³

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

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

$f_{m,y,d}$: 13.7 MPa

$f_{m,z,d}$: 13.7 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

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

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

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

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.63}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.087} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.267} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.454} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{2.1}$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi} : \underline{24.38}$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : \underline{116.56}$ cm²

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

$f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2}$ MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

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

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : \underline{1.15}$

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$

$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$

Donde:

$k_{y,fi} : \underline{2.01}$

$k_{z,fi} : \underline{3.10}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$\beta_c : \underline{0.10}$

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

$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.70}$

$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.24}$

Donde:

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

$E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

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

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : \underline{1.15}$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_{y,fi} : \underline{112.68}$

$\lambda_{z,fi} : \underline{148.64}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y} : \underline{4033.46}$ mm

$L_{k,z} : \underline{4033.46}$ mm

i_{fi} : Radio de giro

$i_{y,fi} : \underline{35.80}$ mm

$i_{z,fi} : \underline{27.14}$ mm

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.481**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,y,d,fi}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,y,d,fi}^-$: 14.6 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{y,d}^-$: 3.51 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase de servicio

Clase⁻ : Duración media

Clase : 3

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.10

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 124.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.085**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,z,d,fi}^+$: 2.6 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}^-$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$: 0.47 kN·m

$M_{z,d}^-$: 0.00 kN·m

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

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Duración media

Clase⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.10

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.009}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.12} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{116.56} \text{ cm}^2$$

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:

$$f_{v,d,fi} : \underline{2.5} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.311}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.8} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{4.09} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{116.56} \text{ cm}^2$$

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:

$$f_{v,d,fi} : \underline{2.5} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

- **Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.540 ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.421 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 14.6 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 2.6 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 3.51 kN·m

$M_{z,d}$: 0.47 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.10

$k_{h,z,fi}$: 1.10

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 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 : 0.70

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.545 ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.426 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.768 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.809 ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 1.8 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 20.82 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 14.6 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 2.6 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: -3.51 kN·m

$M_{z,d}$: 0.47 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

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

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : 1.00$$

$$f_{m,k} : 24.0 \text{ MPa}$$

$$k_{h,y,fi} : 1.10$$

$$k_{h,z,fi} : 1.10$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : 124.00 \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : 94.00 \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : 1.00$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : 1.15$$

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

$$k_m : 0.70$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : 0.32$$

$$\chi_{c,z,fi} : 0.19$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N7/N8

Perfil: R 150x180 Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N7	N8	4.033	270.00	7290.00	5062.50	10011.60
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L_K		4.033	4.033	0.000	0.000	
C_m		1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos						

Perfil: R 150x180	
Material: Madera (GL24c)	
Situación de incendio	
Resistencia requerida: R30	

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

η : **0.078** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

η : **0.124** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

η : **0.169** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: 0.9 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 22.95 kN

A : Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.63

$\chi_{c,z}$: 0.46

Donde:

k_y : 1.23

k_z : 1.54

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{1.17}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{1.40}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{9400.0} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{77.62}$$

$$\lambda_z : \underline{93.15}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{4033.46} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{4033.46} \text{ mm}$$

i : Radio de giro

$$i_y : \underline{51.96} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{43.30} \text{ mm}$$

- 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:

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

$$\eta : \underline{0.673}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{9.2} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

$$M_{y,d}^- : \underline{7.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{810.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d}^+ : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d}^- : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod}^+ : \underline{0.50}$$

$$k_{mod}^- : \underline{0.65}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$Clase^+ : \underline{Permanente}$$

$$Clase^- : \underline{Duración media}$$

Clase de servicio

$$Clase : \underline{3}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

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 : 1.10

Donde:

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

h : 180.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **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:

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

η : 0.007



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,z,d}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,z,d}^-$: 0.1 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{z,d}^-$: 0.07 kN·m

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

$W_{el,z}$: 675.00 cm³

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

$f_{m,z,d}^+$: 10.6 MPa

$f_{m,z,d}^-$: 13.7 MPa

Donde:

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

k_{mod}^+ : 0.50

k_{mod}^- : 0.65

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

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

$f_{m,k}$: 24.0 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:

Donde:

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

h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{v,d}$: 0.0 MPa

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{v,d} : 0.02 kN

A: Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

k_{cr} : 0.67

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

f_{v,d} : 1.1 MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 2.2 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.676 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d}$: 0.8 MPa

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{v,d} : 9.33 kN

A: Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

k_{cr} : 0.67

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

f_{v,d} : 1.1 MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{v,k}$: $\frac{2.2}{}$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : $\frac{1.25}{}$

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.678** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.478** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$\sigma_{m,y,d}$: $\frac{9.2}{}$ MPa

$\sigma_{m,z,d}$: $\frac{0.1}{}$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: $\frac{7.48}{}$ kN·m

$M_{z,d}$: $\frac{0.07}{}$ kN·m

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

$W_{el,y}$: $\frac{810.00}{}$ cm³

$W_{el,z}$: $\frac{675.00}{}$ cm³

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

$f_{m,y,d}$: $\frac{13.7}{}$ MPa

$f_{m,z,d}$: $\frac{13.7}{}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : $\frac{0.65}{}$

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

$f_{m,k}$: $\frac{24.0}{}$ MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: $\frac{1.10}{}$

$k_{h,z}$: $\frac{1.10}{}$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : $\frac{1.25}{}$

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 : $\frac{0.70}{}$

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.681$ ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.481$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.763$ ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.594$ ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d} : 0.6$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d} : 15.75$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$\sigma_{m,y,d} : 9.2$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : 0.1$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -7.48$ kN·m

$M_{z,d} : 0.07$ kN·m

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

$W_{el,y} : 810.00$ cm³

$W_{el,z} : 675.00$ cm³

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

$f_{c,0,d} : 10.9$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

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

$f_{c,0,k} : 21.0$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

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

$$f_{m,y,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

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

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

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

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.63}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.049}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \underline{0.150}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

η : **0.255** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi}$: 1.2 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 13.69 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi}$: 0.32

$\chi_{c,z,fi}$: 0.19

Donde:

$k_{y,fi}$: 2.01

$k_{z,fi}$: 3.10

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.10

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

$\lambda_{rel,y,fi}$: 1.70

$\lambda_{rel,z,fi}$: 2.24

Donde:

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

$E_{0,k}$: 9400.0 MPa

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_{y,fi}$: 112.68

$\lambda_{z,fi}$: 148.64

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y}$: 4033.46 mm

$L_{k,z}$: 4033.46 mm

i_{fi} : Radio de giro

$i_{y,fi}$: 35.80 mm

$i_{z,fi}$: 27.14 mm

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.608**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \frac{18.5}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

$$M_{y,d}^- : \frac{4.45}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \frac{240.89}{\quad} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \frac{30.4}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{\quad}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \frac{\text{Permanente}}{\quad}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase}^- : \frac{\text{Duración media}}{\quad}$$

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

$$\text{Clase} : \frac{3}{\quad}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\quad} \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,fi} : \frac{1.10}{\quad}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \frac{124.00}{\quad} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{\quad}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \frac{1.15}{\quad}$$

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : **0.007**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,z,d,fi}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}^-$: 0.2 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{z,d}^-$: 0.04 kN·m

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

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase de servicio

Clase⁻ : Duración media

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

Clase : 3

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

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

$k_{h,fi}$: 1.10

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{y,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d}$: 0.01 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.421 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$\tau_{z,d,fi}$: 1.1 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 5.55 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.613}$$



$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.433}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{18.5} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.2} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{4.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{240.89} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{182.61} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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)**

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.614 ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.434 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.716 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.608 ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.8 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 9.41 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 18.5 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.2 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: -4.45 kN·m

$M_{z,d}$: 0.04 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

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

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

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

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

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

Eje z:

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

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$$k_m : \underline{0.70}$$

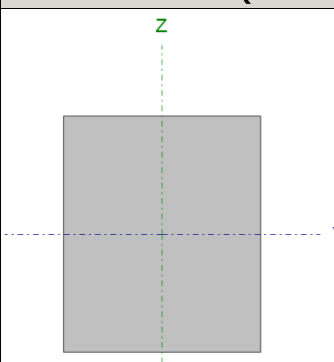
$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N9/N8

Perfil: R 150x180							
Material: Madera (GL24c)							
		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
		Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
N9	N8	4.053	270.00	7290.00	5062.50	10011.60	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							

Perfil: R 150x180				
Material: Madera (GL24c)				
	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	4.053	4.053	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos				
Situación de incendio				
Resistencia requerida: R30				

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

η : **0.078** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

η : **0.125** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

η : **0.171** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d}$: 0.9 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 22.99 kN

A : Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

$\chi_{c,y}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.62

$$\chi_{c,z} : \underline{0.46}$$

Donde:

$$k_y : \underline{1.23}$$

$$k_z : \underline{1.55}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{1.17}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{1.41}$$

Donde:

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

$$E_{0,k} : \underline{9400.0} \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{78.01}$$

$$\lambda_z : \underline{93.61}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{4053.47} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{4053.47} \text{ mm}$$

i : Radio de giro

$$i_y : \underline{51.96} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{43.30} \text{ mm}$$

- 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:

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

$$\eta : \underline{0.661}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{9.1} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

$$M_{y,d}^- : \underline{7.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{810.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d}^+ : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d}^- : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$\begin{aligned} k_{mod}^+ &: \underline{0.50} \\ k_{mod}^- &: \underline{0.65} \end{aligned}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

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

Clase de servicio

$$\text{Clase}^- : \underline{Duración media}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

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

Donde:

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

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

- 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:

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

$$\eta : \underline{0.008}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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:

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

$$\begin{aligned} \sigma_{m,z,d}^+ &: \underline{0.1} \text{ MPa} \\ \sigma_{m,z,d}^- &: \underline{0.0} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

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

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

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

$$W_{el,z} : \underline{675.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,z,d}^+ : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d}^- : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$\begin{aligned} k_{mod}^+ &: \underline{0.65} \\ k_{mod}^- &: \underline{0.50} \end{aligned}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \underline{Duración media}$$

Clase de servicio

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

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

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

Donde:

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

h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : **0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{v,d}$: 0.0 MPa

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{v,d} : 0.02 kN

A: Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

k_{cr} : 0.67

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

f_{v,d} : 1.1 MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 2.2 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : **0.677** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d}$: 0.8 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	$V_{z,d} : \underline{9.34}$ kN
A : Área de la sección transversal	$A : \underline{270.00}$ cm ²
k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	$k_{cr} : \underline{0.67}$
$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	$f_{v,d} : \underline{1.1}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	$k_{mod} : \underline{0.65}$
$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k} : \underline{2.2}$ MPa
γ_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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.667}$ ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.471}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d} : \underline{9.1}$ MPa
	$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.1}$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	$M_{y,d} : \underline{7.35}$ kN·m
	$M_{z,d} : \underline{0.08}$ kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y} : \underline{810.00}$ cm ³
	$W_{el,z} : \underline{675.00}$ cm ³
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d} : \underline{13.7}$ MPa
	$f_{m,z,d} : \underline{13.7}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	$k_{mod} : \underline{0.65}$
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k} : \underline{24.0}$ MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	$k_{h,y} : \underline{1.10}$
	$k_{h,z} : \underline{1.10}$
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_M : \underline{1.25}$
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 tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.670$ ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.474$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.753$ ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.588$ ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

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

$\sigma_{c,0,d} : 0.6$ MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d} : 15.79$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 270.00$ cm²

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

$\sigma_{m,y,d} : 9.1$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : 0.1$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -7.35$ kN·m

$M_{z,d} : 0.08$ kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y}$: $\frac{810.00}{cm^3}$
	$W_{el,z}$: $\frac{675.00}{cm^3}$
$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:	$f_{c,0,d}$: $\frac{10.9}{MPa}$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : $\frac{0.65}$
$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$: $\frac{21.0}{MPa}$
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : $\frac{1.25}$
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d}$: $\frac{13.7}{MPa}$
	$f_{m,z,d}$: $\frac{13.7}{MPa}$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : $\frac{0.65}$
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$: $\frac{24.0}{MPa}$
$k_{h,y}$: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y}$: $\frac{1.10}$
	$k_{h,z}$: $\frac{1.10}$

Eje y:

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

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción h : $\frac{180.00}{mm}$

Eje z:

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

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción h : $\frac{150.00}{mm}$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : $\frac{1.25}$

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 : $\frac{0.70}$

χ_c : Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: $\frac{0.62}$

$\chi_{c,z}$: $\frac{0.46}$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \mathbf{0.049} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : \mathbf{0.151} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \mathbf{0.258} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{1.2}$ MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi} : \underline{13.71}$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : \underline{116.56}$ cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por: $\chi_{c,y,fi} : \underline{0.32}$

$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.19}$

Donde:

$k_{y,fi} : \underline{2.02}$

$k_{z,fi} : \underline{3.12}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas $\beta_c : \underline{0.10}$

$\lambda_{rel,y,fi}$: Esbeltez relativa, dada por: $\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.70}$

$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.25}$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra $E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{113.24}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{149.38}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{4053.47} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{4053.47} \text{ mm}$$

i_{fi} : Radio de giro

$$i_{y,fi} : \underline{35.80} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{27.14} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\eta : \underline{0.597}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{18.1} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

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

$$M_{y,d}^- : \underline{4.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{240.89} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

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

$$\text{Clase}^- : \underline{Duración media}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.10}$$

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$\gamma_{M,fi}$: 1.00
 k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : 0.008 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,z,d,fi}^+$: 0.3 MPa
 $\sigma_{m,z,d,fi}^-$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}^+$: 0.05 kN·m

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

$M_{z,d}^-$: 0.00 kN·m

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

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Duración media

Clase de servicio

Clase⁻ : Permanente

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

Clase : 3

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

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

$k_{h,fi}$: 1.10

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción
γ_{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} : 94.00 mm
γ_{M,fi} : 1.00
k_{fi} : 1.15

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

τ_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

τ_{y,d,fi} : 0.0 MPa

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{y,d} : 0.01 kN

A_{fi}: Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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} : 2.5 MPa

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} : 2.2 MPa

γ_{M,fi}: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_{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 cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.421 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

τ_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

τ_{z,d,fi} : 1.1 MPa

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

A_{fi}: Área de la sección transversal

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

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

$$V_{z,d} : \frac{5.55}{1} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \frac{116.56}{1} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \frac{0.67}{1}$$

$$f_{v,d,fi} : \frac{2.5}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

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

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

γ_{M,fi}: Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{1}$$

$$f_{v,k} : \frac{2.2}{1} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{1}$$

$$k_{fi} : \frac{1.15}{1}$$

- **Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \frac{0.603}{1} \quad \checkmark$$

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \frac{0.426}{1} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \frac{18.1}{1} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \frac{0.3}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{4.37}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.05}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : \frac{240.89}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \frac{182.61}{1} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \frac{30.4}{1} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \frac{30.4}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{1}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{1} \text{ MPa}$$

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \frac{1.10}{1}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$k_{h,z,fi}$: <u>1.10</u>
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	$\gamma_{M,fi}$: <u>1.00</u>
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_{fi} : <u>1.15</u>
	k_m : <u>0.70</u>

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.604 ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.428 ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.707 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.604 ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.8 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 9.43 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 18.1 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.3 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	$M_{y,d}$: $\frac{-4.37}{}$ kN·m
	$M_{z,d}$: $\frac{0.05}{}$ kN·m
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi}$: $\frac{240.89}{}$ cm ³
	$W_{el,z,fi}$: $\frac{182.61}{}$ cm ³
$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:	$f_{c,0,d,fi}$: $\frac{24.2}{}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$: $\frac{1.00}{}$
$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$: $\frac{21.0}{}$ MPa
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$: $\frac{1.00}{}$
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : $\frac{1.15}{}$
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d,fi}$: $\frac{30.4}{}$ MPa
	$f_{m,z,d,fi}$: $\frac{30.4}{}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$: $\frac{1.00}{}$
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$: $\frac{24.0}{}$ MPa
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y,fi}$: $\frac{1.10}{}$
	$k_{h,z,fi}$: $\frac{1.10}{}$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} : $\frac{124.00}{}$ mm
---	---------------------------------

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} : $\frac{94.00}{}$ mm
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$: $\frac{1.00}{}$
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : $\frac{1.15}{}$
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 : $\frac{0.70}{}$
$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad	$\chi_{c,y,fi}$: $\frac{0.32}{}$
	$\chi_{c,z,fi}$: $\frac{0.19}{}$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N13/N2

Perfil: R 150x180 Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N13	N2	3.444	270.00	7290.00	5062.50	10011.60
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	3.444	3.444	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.009$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d} : 0.1$ MPa

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d} : 2.02$ kN

A : Área de la sección transversal $A : 270.00$ cm²

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d} : 8.0$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3) $k_{mod} : 0.65$

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:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción $h : 180.00$ mm

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra $f_{t,0,k} : 14.0$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_M : 1.25$

- 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

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

η : **0.014** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

η : **0.018** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

η : **0.022** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: 0.1 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 3.99 kN

A : Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.77

$\chi_{c,z}$: 0.60

Donde:

k_y : 1.03

k_z : 1.26

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.10

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y}$: 1.00

$\lambda_{rel,z}$: 1.20

Donde:

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

$E_{0,k}$: 9400.0 MPa

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{66.27}$$

$$\lambda_z : \underline{79.53}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{3443.57} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{3443.57} \text{ mm}$$

i : Radio de giro

$$i_y : \underline{51.96} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{43.30} \text{ mm}$$

- **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:

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

$$\eta : \underline{0.366}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.339 m del nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{5.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{4.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y} : \underline{810.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d}^+ : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d}^- : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod}^+ : \underline{0.65}$$

$$k_{mod}^- : \underline{0.50}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \underline{\text{Duración media}}$$

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

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

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

Donde:

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

$$h : \frac{180.00}{1} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{1}$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.465$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$$\tau_{z,d} : \frac{0.5}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \frac{6.42}{1} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \frac{270.00}{1} \text{ cm}^2$$

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

$$k_{cr} : \frac{0.67}{1}$$

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

$$f_{v,d} : \frac{1.1}{1} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \frac{0.65}{1}$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \frac{2.2}{1} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{1}$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- 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

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.363** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.254** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.530 m del nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$\sigma_{t,0,d}$: 0.0 MPa

Donde:

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

$N_{t,0,d}$: 0.10 kN

A : Área de la sección transversal

A : 270.00 cm²

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

$\sigma_{m,y,d}$: 5.0 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 4.03 kN·m

$M_{z,d}$: 0.00 kN·m

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

$W_{el,y}$: 810.00 cm³

$W_{el,z}$: 675.00 cm³

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

$f_{t,0,d}$: 8.0 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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:

Donde:

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

h : 180.00 mm

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

$f_{t,0,k}$: 14.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

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

$f_{m,y,d}$: 13.7 MPa

$f_{m,z,d}$: 13.7 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.10

$k_{h,z}$: 1.10

Eje y:

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

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : 180.00 mm

Eje z:

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

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción **h** : 150.00 mm

γ_m : Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_m** : 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** : 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 un punto situado a una distancia de 1.339 m del nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.366} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.256} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.367} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.258} \quad \checkmark$$

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:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : 0.0 MPa

Donde:

N_{c,0,d}: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra **N_{c,0,d}** : 0.29 kN

A: Área de la sección transversal	A : <u>270.00</u> cm ²
$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d}$: <u>5.0</u> MPa
	$\sigma_{m,z,d}$: <u>0.0</u> MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d} : <u>4.07</u> kN·m
	M_{z,d} : <u>0.00</u> kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y} : <u>810.00</u> cm ³
	W_{el,z} : <u>675.00</u> cm ³
f_{c,0,d} : Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:	f_{c,0,d} : <u>10.9</u> MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : <u>0.65</u>
f_{c,0,k} : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	f_{c,0,k} : <u>21.0</u> MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.25</u>
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d} : <u>13.7</u> MPa
	f_{m,z,d} : <u>13.7</u> MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : <u>0.65</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : <u>24.0</u> MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	k_{h,y} : <u>1.10</u>
	k_{h,z} : <u>1.10</u>

Eje y:

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

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h : <u>180.00</u> mm
---	-----------------------------

Eje z:

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

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h : <u>150.00</u> mm
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.25</u>
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 : <u>0.70</u>
χ_c : Factor de inestabilidad	$\chi_{c,y}$: <u>0.77</u>
	$\chi_{c,z}$: <u>0.60</u>

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.006$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{t,0,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{t,0,d} : 1.21 \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : 116.56 \text{ cm}^2$$

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

$$f_{t,0,d,fi} : 17.7 \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : 1.00$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : 1.10$$

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : 124.00 \text{ mm}$$

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

$$f_{t,0,k} : 14.0 \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : 1.00$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : 1.15$$

- Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : 0.008$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : 0.019$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : 0.032$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.2}$ MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi} : \underline{2.37}$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : \underline{116.56}$ cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

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

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por: $\chi_{c,y,fi} : \underline{0.44}$

$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.26}$

Donde:

$k_{y,fi} : \underline{1.60}$

$k_{z,fi} : \underline{2.40}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas $\beta_c : \underline{0.10}$

$\lambda_{rel,y,fi}$: Esbeltez relativa, dada por: $\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.45}$

$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{1.91}$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra $E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra $f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

$\lambda_{y,fi}$: Esbeltez mecánica, dada por: $\lambda_{y,fi} : \underline{96.20}$

$\lambda_{z,fi} : \underline{126.90}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra $L_{k,y} : \underline{3443.57}$ mm

$L_{k,z} : \underline{3443.57}$ mm

i_{fi} : Radio de giro $i_{y,fi} : \underline{35.80}$ mm

$i_{z,fi} : \underline{27.14}$ mm

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\eta : \quad \underline{0.331}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.339 m del nudo N13, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \quad \underline{10.1} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \quad \underline{0.0} \quad \text{MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \quad \underline{2.42} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y,fi} : \quad \underline{240.89} \quad \text{cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \quad \underline{30.4} \quad \text{MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \quad \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \quad \underline{\text{Duración media}}$$

$$\text{Clase}^- : \quad \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \quad \underline{3}$$

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

$$f_{m,k} : \quad \underline{24.0} \quad \text{MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \quad \underline{1.10}$$

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \quad \underline{124.00} \quad \text{mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \quad \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \quad \underline{1.15}$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \quad \underline{0.290}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N13, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d,fi} : 0.7$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo $V_{z,d} : 3.81$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : 116.56$ cm²

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: $f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

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 $f_{v,k} : 2.2$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : 1.00$

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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : 0.329 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : 0.230 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.530 m del nudo N13, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d} : 0.06$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : 116.56$ cm²

$\sigma_{m,y,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d,fi} : 10.0$ MPa

$\sigma_{m,z,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo $M_{y,d} : 2.40$ kN·m

	$M_{z,d} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi} : \underline{240.89} \text{ cm}^3$
	$W_{el,z,fi} : \underline{182.61} \text{ cm}^3$
$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$f_{t,0,d,fi} : \underline{17.7} \text{ MPa}$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.10}$$

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{t,0,k} : \underline{14.0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

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

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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 compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.339 m del nudo N13, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.331** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.232** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.333** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.234** ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 0.17 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 116.56 cm²

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

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 10.1 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 2.42 kN·m

$M_{z,d}$: 0.00 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.89 cm³

$W_{el,z,fi}$: 182.61 cm³

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

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

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

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

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

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

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{124.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.44}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.26}$$

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

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N2/N8

Perfil: R 150x200						
Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N8	2.144	300.00	10000.00	5625.00	12105.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	2.144	2.144	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta < \mathbf{0.001}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta < \mathbf{0.001}$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta < \mathbf{0.001}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \underline{300.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d} : \underline{8.4} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.50}$$

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

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\chi_{c,y} : \underline{0.96}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.92}$$

Donde:

$$k_y : \underline{0.67}$$

$$k_z : \underline{0.80}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y} : \underline{0.56}$$

$$\lambda_{rel,z} : \underline{0.75}$$

Donde:

E_{0,k} : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	E_{0,k} :	<u>9400.0</u>	MPa
f_{c,0,k} : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	f_{c,0,k} :	<u>21.0</u>	MPa
λ : Esbeltez mecánica, dada por:	λ_y :	<u>37.14</u>	
	λ_z :	<u>49.52</u>	

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra	L_{k,y} :	<u>2144.34</u>	mm
	L_{k,z} :	<u>2144.34</u>	mm
i : Radio de giro	i_y :	<u>57.74</u>	mm
	i_z :	<u>43.30</u>	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:

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

η : 0.435



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

σ_{m,d} : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,y,d}⁺ :	<u>0.0</u>	MPa
	σ_{m,y,d}⁻ :	<u>6.0</u>	MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d}⁺ :	<u>0.00</u>	kN·m
	M_{y,d}⁻ :	<u>5.98</u>	kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y} :	<u>1000.00</u>	cm ³
--	---------------------------	----------------	-----------------

f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d}⁺ :	<u>10.6</u>	MPa
	f_{m,y,d}⁻ :	<u>13.7</u>	MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod}⁺ :	<u>0.50</u>
	k_{mod}⁻ :	<u>0.65</u>

Donde:

Clase de duración de la carga	Clase⁺ :	<u>Permanente</u>
-------------------------------	----------------------------	-------------------

Clase de servicio
f_{m,k}: Resistencia característica a flexión
k_h: Factor de altura, dado por:

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

Donde:

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

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

Clase⁻ : Duración media

Clase : 3

f_{m,k} : 24.0 MPa

k_h : 1.10

h : 200.00 mm

γ_M : 1.25

- **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:

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

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·G+1.35·G1+1.5·N1.

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:

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

σ_{m,z,d} : 0.0 MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d} : 0.01 kN·m

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

W_{el,z} : 750.00 cm³

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

f_{m,z,d}⁺ : 13.7 MPa

f_{m,z,d}⁻ : 10.6 MPa

Donde:

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

k_{mod}⁺ : 0.65

k_{mod}⁻ : 0.50

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Duración media

Clase⁻ : Permanente

Clase de servicio	Clase : <u>3</u>	
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : <u>24.0</u>	MPa
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 : <u>1.10</u>	

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h : <u>150.00</u>	mm
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.25</u>	

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.223 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **τ_{z,d} :** 0.2 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	V_{z,d} : <u>2.63</u>	kN
A : Área de la sección transversal	A : <u>300.00</u>	cm ²
k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} : <u>0.67</u>	
f_{v,d} : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	f_{v,d} : <u>0.9</u>	MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : <u>0.50</u>	
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k} : <u>2.2</u>	MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.25</u>	

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

Se debe satisfacer:



$$\eta = \frac{\tau_{\text{tor},d}}{k_{\text{forma}} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.003$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.35·G1.

Donde:

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

$$\tau_{\text{tor},d} : 0.0 \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{tor} : Modulo resistente a torsión

$$W_{\text{tor}} : 1026.00 \text{ cm}^3$$

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

$$k_{\text{forma}} : 1.20$$

Donde:

b_{max} : Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{\text{max}} : 200.00 \text{ mm}$$

b_{min} : Ancho menor de la sección transversal

$$b_{\text{min}} : 150.00 \text{ mm}$$

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

$$f_{v,d} : 0.9 \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{\text{mod}} : 0.50$$

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

$$f_{v,k} : 2.2 \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.25$$

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.435$$



$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.305$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d} : 6.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : 0.0 \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : 5.98 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y} : 1000.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : 750.00 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : 13.7 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : 13.7 \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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 tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.435} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.305} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$$\eta : \underline{0.436} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.305} \quad \checkmark$$

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:

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

$$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

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

$$N_{c,0,d} : \underline{0.07} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{300.00} \text{ cm}^2$$

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

$$\sigma_{m,y,d} : \underline{6.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{-5.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	$M_{z,d}$: <u>0.00</u> kN·m
	$W_{el,y}$: <u>1000.00</u> cm ³
	$W_{el,z}$: <u>750.00</u> cm ³
$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:	$f_{c,0,d}$: <u>10.9</u> MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : <u>0.65</u>
$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$: <u>21.0</u> MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.25</u>
$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d}$: <u>13.7</u> MPa
	$f_{m,z,d}$: <u>13.7</u> MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : <u>0.65</u>
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$: <u>24.0</u> MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	$k_{h,y}$: <u>1.10</u>
	$k_{h,z}$: <u>1.10</u>

Eje y:

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

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción h : 200.00 mm

Eje z:

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

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 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 : 0.70

χ_c : Factor de inestabilidad $\chi_{c,y}$: 0.96
 $\chi_{c,z}$: 0.92

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,y,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,z,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.226 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} : \frac{0.2}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \frac{2.63}{\quad} \text{ kN}$$

A : Área de la sección transversal

$$A : \frac{300.00}{\quad} \text{ cm}^2$$

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

$$k_{cr} : \frac{0.67}{\quad}$$

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

$$\tau_{tor,y,d} : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d} : \frac{0.0}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \frac{0.00}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{tor} : Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : \frac{1368.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : \frac{1026.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

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

$$k_{forma} : \frac{1.20}{\quad}$$

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

$$f_{v,d} : \frac{0.9}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \frac{0.50}{\quad}$$

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

$$f_{v,k} : \frac{2.2}{\quad} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

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

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.0}$ MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d,fi} : \underline{0.04}$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : \underline{135.36}$ cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : \underline{1.15}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.91}$

$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.61}$

Donde:

$k_{y,fi} : \underline{0.82}$

$k_{z,fi} : \underline{1.25}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$\beta_c : \underline{0.10}$

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{0.78}$

$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{1.19}$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : \underline{1.15}$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_{y,fi} : \underline{51.58}$

$\lambda_{z,fi} : \underline{79.02}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y} : \underline{2144.34}$ mm

$L_{k,z} : \underline{2144.34}$ mm

i_{fi} : Radio de giro

$i_{y,fi} : \underline{41.57}$ mm

$i_{z,fi} : \underline{27.14}$ mm

- **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{\underline{0.363}}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{\underline{0.0}} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{\underline{11.0}} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{\underline{0.00}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{\underline{3.58}} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{\underline{324.86}} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{\underline{30.4}} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{\underline{1.00}}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \underline{\underline{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase}^- : \underline{\underline{Duración media}}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$\text{Clase} : \underline{\underline{3}}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$f_{m,k} : \underline{\underline{24.0}} \text{ MPa}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} : \underline{\underline{1.10}}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{\underline{144.00}} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{\underline{1.00}}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{\underline{1.15}}$$

- **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{\underline{0.001}}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{z,d}$: 0.00 kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,z,fi}$: 212.06 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Duración media

Clase de servicio

Clase⁻ : Permanente

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

Clase : 3

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$k_{h,fi}$: 1.10

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.134 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi}$: 0.3 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 2.05 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 135.36 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

- Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1.

Donde:

$\tau_{tor,d,fi}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{tor,fi}$: Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,fi} : \underline{304.29} \text{ cm}^3$$

$k_{forma,fi}$: Factor cuyo valor depende del tipo de sección

$$k_{forma,fi} : \underline{1.23}$$

Donde:

$b_{max,fi}$: Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max,fi} : \underline{144.00} \text{ mm}$$

$b_{min,fi}$: Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min,fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{2.5} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$: <u>2.2</u> MPa
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$: <u>1.00</u>
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : <u>1.15</u>

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.363** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.254** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}$: 11.0 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 3.58 kN·m

$M_{z,d}$: 0.00 kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$: 324.86 cm³

$W_{el,z,fi}$: 212.06 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

$f_{m,z,d,fi}$: 30.4 MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,y,fi}$: 1.10

$k_{h,z,fi}$: 1.10

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 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 : 0.70

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.363$ ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.254$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.363$ ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.255$ ✓

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:

$\sigma_{c,0,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d,fi} : 0.04$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 135.36$ cm²

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi} : 11.0$ MPa

$\sigma_{m,z,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -3.58$ kN·m

$M_{z,d} : 0.00$ kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi} : 324.86$ cm³

$W_{el,z,fi} : 212.06$ cm³

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d,fi} : 24.2$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi} : 1.00$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : 21.0$ MPa

γ_M,fi : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M,fi : 1.00$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{fi} : 1.15$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi} : 30.4$ MPa

$f_{m,z,d,fi} : 30.4$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi} : 1.00$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k} : 24.0$ MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{144.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.91}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.61}$$

- Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.002}$$



$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.136}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.3} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : \underline{2.05} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{135.36} \text{ cm}^2$$

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$\tau_{tor,d,fi}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,y,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,z,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo
 $W_{tor,fi}$: Modulo resistente a torsión

$M_{x,d} : 0.00$ kN·m
 $W_{tor,y,fi} : 466.15$ cm³
 $W_{tor,z,fi} : 304.29$ cm³
 $k_{forma,fi} : 1.23$
 $f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

$k_{forma,fi}$: Factor cuyo valor depende del tipo de sección
 $f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad
 $f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante
 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$k_{mod,fi} : 1.00$
 $f_{v,k} : 2.2$ MPa
 $\gamma_{M,fi} : 1.00$
 $k_{fi} : 1.15$

Barra N14/N2

Perfil: R 150x200 Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
N14	N2	5.006	300.00	10000.00	5625.00	12105.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L_K	5.006	5.006	0.000	0.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

- Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.006$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d} : \underline{0.0}$ MPa

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{t,0,d} : \underline{1.16}$ kN

A: Área de la sección transversal

A : $\underline{300.00}$ cm²

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$f_{t,0,d} : \underline{6.2}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : \underline{0.50}$

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_h : \underline{1.10}$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : $\underline{200.00}$ mm

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$f_{t,0,k} : \underline{14.0}$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : \underline{1.25}$

- **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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.008}$ ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.016}$ ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.026}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d} : \underline{0.1}$ MPa

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d} : \underline{2.66}$ kN

A: Área de la sección transversal

A : $\underline{300.00}$ cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d} : \underline{10.9}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : \underline{0.65}$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : \underline{1.25}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y} : \underline{0.52}$

$\chi_{c,z} : \underline{0.31}$

Donde:

$k_y : \underline{1.40}$

$k_z : \underline{2.08}$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$\beta_c : \underline{0.10}$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y} : \underline{1.30}$

$\lambda_{rel,z} : \underline{1.74}$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$E_{0,k} : \underline{9400.0}$ MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k} : \underline{21.0}$ MPa

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$\lambda_y : \underline{86.71}$

$\lambda_z : \underline{115.62}$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$L_{k,y} : \underline{5006.35}$ mm

$L_{k,z} : \underline{5006.35}$ mm

i : Radio de giro

$i_y : \underline{57.74}$ mm

$i_z : \underline{43.30}$ 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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.386}$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.752 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{5.3}$ MPa

$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{0.0}$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d⁺} :	<u>5.30</u>	kN·m
	M_{y,d⁻} :	<u>0.00</u>	kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y} :	<u>1000.00</u>	cm ³
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d⁺} :	<u>13.7</u>	MPa
	f_{m,y,d⁻} :	<u>10.6</u>	MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod⁺} :	<u>0.65</u>
k_{mod⁻} :	<u>0.50</u>

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Duración media

Clase de servicio

Clase⁻ : Permanente

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 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:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 200.00 mm

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.043**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

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:

σ_{m,d}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,z,d⁺} :	<u>0.6</u>	MPa
σ_{m,z,d⁻} :	<u>0.0</u>	MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d⁺} : 0.44 kN·m

M_{z,d⁻} : 0.00 kN·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

W_{el,z} : 750.00 cm³

f_{m,d}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

f_{m,z,d⁺} : 13.7 MPa

f_{m,z,d⁻} : 10.6 MPa

Donde:

k_{mod⁺} : 0.65

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod} : \underline{0.50}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$Clase^+ : \underline{Duración\ media}$$

Clase de servicio

$$Clase^- : \underline{Permanente}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

- Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.006}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.09} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{300.00} \text{ cm}^2$$

k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

f_{v,d}: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d} : \underline{1.1} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

γ_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:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.415$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d} : 0.5$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 6.36$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 300.00$ cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$k_{cr} : 0.67$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d} : 1.1$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.65$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

- **Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.396$ ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.285$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.752 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d} : 5.3$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : 0.2$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d} : $\frac{5.30}{}$ kN·m
	M_{z,d} : $\frac{0.15}{}$ kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y} : $\frac{1000.00}{}$ cm ³
	W_{el,z} : $\frac{750.00}{}$ cm ³
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d} : $\frac{13.7}{}$ MPa
	f_{m,z,d} : $\frac{13.7}{}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)	k_{mod} : $\frac{0.65}{}$
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : $\frac{24.0}{}$ MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	k_{h,y} : $\frac{1.10}{}$
	k_{h,z} : $\frac{1.10}{}$
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : $\frac{1.25}{}$
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 : $\frac{0.70}{}$

- 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

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.379 ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.276 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.253 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

σ_{t,0,d} : Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	σ_{t,0,d} : $\frac{0.0}{}$ MPa
---	---

Donde:

N_{t,0,d} : Tracción axial de cálculo paralela a la fibra	N_{t,0,d} : $\frac{0.17}{}$ kN
A : Área de la sección transversal	A : $\frac{300.00}{}$ cm ²
σ_{m,d} : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,y,d} : $\frac{5.0}{}$ MPa
	σ_{m,z,d} : $\frac{0.3}{}$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{5.01}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.20}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \frac{1000.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{750.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d} : \frac{8.0}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \frac{0.65}{\quad}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \frac{1.10}{\quad}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \frac{200.00}{\quad} \text{ mm}$$

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$$f_{t,0,k} : \frac{14.0}{\quad} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \frac{13.7}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{13.7}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \frac{0.65}{\quad}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\quad} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \frac{1.10}{\quad}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.10}{\quad}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \frac{200.00}{\quad} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \frac{150.00}{\quad} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{\quad}$$

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.752 m del nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot N1$.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.396** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.285** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.398** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.288** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$: 0.0 MPa

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d}$: 0.33 kN

A : Área de la sección transversal

A : 300.00 cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 5.3 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 0.2 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 5.30 kN·m

$M_{z,d}$: 0.15 kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 1000.00 cm³

$W_{el,z}$: 750.00 cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 13.7 MPa

$f_{m,z,d}$: 13.7 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.52}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.31}$$

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

- **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.004}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{t,0,d,fi} : \underline{0.1} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{t,0,d} : \underline{0.90} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{135.36} \text{ cm}^2$$

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$f_{t,0,d,fi} : \underline{17.7} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: **$k_{h,fi}$** : 1.10
 Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de
 madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en
 tracción **h_{fi}** : 144.00 mm
 $f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra **$f_{t,0,k}$** : 14.0 MPa
 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material **$\gamma_{M,fi}$** : 1.00
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en
 situación de incendio **k_{fi}** : 1.15

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.005 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.017 ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.039 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d,fi}$** : 0.1 MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra **$N_{c,0,d,fi}$** : 1.59 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal **A_{fi}** : 135.36 cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$f_{c,0,d,fi}$** : 24.2 MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el
 contenido de humedad **$k_{mod,fi}$** : 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra **$f_{c,0,k}$** : 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material **$\gamma_{M,fi}$** : 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en
 situación de incendio **k_{fi}** : 1.15

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_{c,y,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por: **$\chi_{c,y,fi}$** : 0.29

$\chi_{c,z,fi}$: 0.13

Donde:

$$k_{y,fi} : \underline{2.22}$$

$$k_{z,fi} : \underline{4.48}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : \underline{0.10}$$

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$$\lambda_{rel,y,fi} : \underline{1.81}$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : \underline{2.78}$$

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$$E_{0,k} : \underline{9400.0} \text{ MPa}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{120.43}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{184.49}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{5006.35} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{5006.35} \text{ mm}$$

i_{fi} : Radio de giro

$$i_{y,fi} : \underline{41.57} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{27.14} \text{ mm}$$

- Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.321}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.752 m del nudo N14, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{9.8} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{3.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	M_{y,d^-} : <u>0.00</u> kN·m
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$W_{el,y,fi}$: <u>324.86</u> cm ³
	$f_{m,y,d,fi}$: <u>30.4</u> MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Duración media

Clase de servicio

Clase⁻ : Permanente

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

Clase : 3

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} : \underline{1.10}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{144.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

- Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.041}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,z,d,fi^+} : \underline{1.2} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi^-} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{z,d^+} : \underline{0.26} \text{ kN·m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$M_{z,d}$:	<u>0.00</u>	kN·m
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$W_{el,z,fi}$:	<u>212.06</u>	cm ³
	$f_{m,z,d,fi}$:	<u>30.4</u>	MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Duración media

Clase de servicio

Clase⁻ : Permanente

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

Clase : 3

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

$$k_{h,fi} : \underline{1.10}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

- Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.003}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{y,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{135.36} \text{ cm}^2$$

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:

$$f_{v,d,fi} : \underline{2.5} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad
 $f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante
 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

- Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.248}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d,fi} : \underline{0.6} \text{ MPa}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo
 A_{fi} : Área de la sección transversal
 k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$$V_{z,d} : \underline{3.80} \text{ kN}$$

$$A_{fi} : \underline{135.36} \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : \underline{0.67}$$

$f_{v,d,fi}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$$f_{v,d,fi} : \underline{2.5} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad
 $f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante
 $\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material
 k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$$f_{v,k} : \underline{2.2} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

- Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.331}$$



$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.239}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.752 m del nudo N14, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{9.8} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.4} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{3.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{324.86} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{212.06} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.317}$$



$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.232}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.253 m del nudo N14, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{t,0,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra	$N_{t,0,d} : \underline{0.10}$ kN
A_{fi} : Área de la sección transversal	$A_{fi} : \underline{135.36}$ cm ²
$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{9.2}$ MPa
	$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.6}$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	$M_{y,d} : \underline{3.00}$ kN·m
	$M_{z,d} : \underline{0.12}$ kN·m
$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal	$W_{el,y,fi} : \underline{324.86}$ cm ³
	$W_{el,z,fi} : \underline{212.06}$ cm ³
$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:	$f_{t,0,d,fi} : \underline{17.7}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:	$k_{h,fi} : \underline{1.10}$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	$h_{fi} : \underline{144.00}$ mm
$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra	$f_{t,0,k} : \underline{14.0}$ MPa
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	$k_{fi} : \underline{1.15}$
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4}$ MPa
	$f_{m,z,d,fi} : \underline{30.4}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k} : \underline{24.0}$ MPa
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$
	$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	$h_{fi} : \underline{144.00}$ mm
---	----------------------------------

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	$h_{fi} : \underline{94.00}$ mm
---	---------------------------------

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$: <u>1.00</u>
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : <u>1.15</u>
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 : <u>0.70</u>

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.752 m del nudo N14, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.331} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.239} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.333} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : \mathbf{0.244} \quad \checkmark$$

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: $\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d,fi}$: 0.20 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal A_{fi} : 135.36 cm²

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d,fi}$: 9.8 MPa

$\sigma_{m,z,d,fi}$: 0.4 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo $M_{y,d}$: 3.17 kN·m

$M_{z,d}$: 0.09 kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y,fi}$: 324.86 cm³

$W_{el,z,fi}$: 212.06 cm³

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	$f_{c,0,k}$: $\frac{21.0}{}$ MPa
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$: $\frac{1.00}{}$
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : $\frac{1.15}{}$
$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	$f_{m,y,d,fi}$: $\frac{30.4}{}$ MPa
	$f_{m,z,d,fi}$: $\frac{30.4}{}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	$k_{mod,fi}$: $\frac{1.00}{}$
$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión	$f_{m,k}$: $\frac{24.0}{}$ MPa
$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:	$k_{h,y,fi}$: $\frac{1.10}{}$
	$k_{h,z,fi}$: $\frac{1.10}{}$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} : $\frac{144.00}{}$ mm
---	---------------------------------

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} : $\frac{94.00}{}$ mm
$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material	$\gamma_{M,fi}$: $\frac{1.00}{}$
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : $\frac{1.15}{}$
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 : $\frac{0.70}{}$
$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad	$\chi_{c,y,fi}$: $\frac{0.29}{}$
	$\chi_{c,z,fi}$: $\frac{0.13}{}$

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

Barra N15/N2

Perfil: R 150x200 Material: Madera (GL24c)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N15	N2	5.022	300.00	10000.00	5625.00	12105.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _k	5.022	5.022	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

- Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

η : **0.006** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1.

Donde:

σ_{t,0,d}: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: σ_{t,0,d} : 0.0 MPa

Donde:

N_{t,0,d}: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra N_{t,0,d} : 1.04 kN

A: Área de la sección transversal A : 300.00 cm²

f_{t,0,d}: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: f_{t,0,d} : 6.2 MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Permanente) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3) k_{mod} : 0.50

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:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción h : 200.00 mm

f_{t,0,k}: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra f_{t,0,k} : 14.0 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material γ_M : 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

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.009** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.016** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

η : **0.028** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot N1$.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: 0.1 MPa

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d}$: 2.80 kN

A : Área de la sección transversal

A : 300.00 cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d}$: 10.9 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y}$: 0.52

$\chi_{c,z}$: 0.31

Donde:

k_y : 1.41

k_z : 2.09

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.10

$\lambda_{rel,y}$: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y}$: 1.31

$\lambda_{rel,z}$: 1.75

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$E_{0,k}$: 9400.0 MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

λ : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_y : \underline{86.99}$$

$$\lambda_z : \underline{115.99}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{5022.48} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{5022.48} \text{ mm}$$

i : Radio de giro

$$i_y : \underline{57.74} \text{ mm}$$

$$i_z : \underline{43.30} \text{ mm}$$

- 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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.387}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.758 m del nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d}^+ : \underline{5.3} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}^- : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{5.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{1000.00} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d}^+ : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d}^- : \underline{10.6} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod}^+ : \underline{0.65}$$

$$k_{mod}^- : \underline{0.50}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \underline{\text{Duración media}}$$

$$\text{Clase}^- : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.10}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 200.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **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:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : 0.043 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que el módulo resistente elástico de la sección respecto al eje z es inferior o igual al módulo resistente elástico respecto al eje y.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,z,d}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,z,d}^-$: 0.6 MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{z,d}⁻ : 0.44 kN·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

W_{el,z} : 750.00 cm³

f_{m,d}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

f_{m,z,d}⁺ : 10.6 MPa

f_{m,z,d}⁻ : 13.7 MPa

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod}⁺ : 0.50

k_{mod}⁻ : 0.65

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 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:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot N1$.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{v,d} : \underline{0.0}$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{v,d} : \underline{0.09}$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : \underline{300.00}$ cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$k_{cr} : \underline{0.67}$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d} : \underline{1.1}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : \underline{0.65}$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k} : \underline{2.2}$ MPa

γ_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:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.415}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot N1$.

Donde:

τ_{d} : Tensión de cálculo a cortante, dada por: $\tau_{z,d} : \underline{0.5}$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : \underline{6.36}$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : \underline{300.00}$ cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$k_{cr} : \underline{0.67}$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d} : \underline{1.1}$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : \underline{0.65}$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k} : \underline{2.2}$ MPa

γ_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)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.398** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.286** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.758 m del nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d} : \frac{5.3}{\quad} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : \frac{0.2}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{5.32}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.15}{\quad} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \frac{1000.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \frac{750.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \frac{13.7}{\quad} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \frac{13.7}{\quad} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \frac{0.65}{\quad}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\quad} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \frac{1.10}{\quad}$$

$$k_{h,z} : \frac{1.10}{\quad}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \frac{1.25}{\quad}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{\quad}$$

- Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.380** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.276** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.260 m del nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{t,0,d}$: 0.0 MPa

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{t,0,d}$: 0.01 kN

A : Área de la sección transversal

A : 300.00 cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 5.0 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 0.3 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 5.03 kN·m

$M_{z,d}$: -0.20 kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 1000.00 cm³

$W_{el,z}$: 750.00 cm³

$f_{t,0,d}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por:

$f_{t,0,d}$: 8.0 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

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:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 200.00 mm

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra

$f_{t,0,k}$: 14.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}$: 13.7 MPa

$f_{m,z,d}$: 13.7 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.65

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.10

$k_{h,z}$: 1.10

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 200.00 mm

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 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 : 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 un punto situado a una distancia de 1.758 m del nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.398** ✓

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.286** ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.400** ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{\lambda_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

η : **0.291** ✓

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

No es necesaria la comprobación de resistencia a vuelco lateral ya que la longitud de vuelco lateral es nula.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d}$: 0.0 MPa

Donde:

N_{c,0,d}: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

N_{c,0,d} : 0.48 kN

A: Área de la sección transversal

A : 300.00 cm²

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}$: 5.3 MPa

$$\sigma_{m,z,d} : \underline{0.2} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{5.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y} : \underline{1000.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{750.00} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d} : \underline{10.9} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : \underline{13.7} \text{ MPa}$$

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Duración media) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$$k_{mod} : \underline{0.65}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h : \underline{150.00} \text{ mm}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : \underline{1.25}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c : Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.52}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.31}$$

- Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

- Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \mathbf{0.003}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi} : \underline{0.1}$ MPa

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d} : \underline{0.81}$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : \underline{135.36}$ cm²

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi} : \underline{17.7}$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : \underline{1.00}$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: $k_{h,fi} : \underline{1.10}$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción $h_{fi} : \underline{144.00}$ mm

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra $f_{t,0,k} : \underline{14.0}$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : \underline{1.15}$

- Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.005** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.018** ✓

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.041** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$\sigma_{c,0,d,fi}$: 0.1 MPa

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$N_{c,0,d,fi}$: 1.67 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 135.36 cm²

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$f_{c,0,d,fi}$: 24.2 MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$: 1.00

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-M: 6.3.2)

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad, dado por:

$\chi_{c,y,fi}$: 0.28

$\chi_{c,z,fi}$: 0.12

Donde:

$k_{y,fi}$: 2.23

$k_{z,fi}$: 4.50

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.10

$\lambda_{rel,fi}$: Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y,fi}$: 1.82

$\lambda_{rel,z,fi}$: 2.78

Donde:

$E_{0,k}$: Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra

$E_{0,k}$: 9400.0 MPa

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$f_{c,0,k}$: 21.0 MPa

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{120.82}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{185.09}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : \underline{5022.48} \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : \underline{5022.48} \text{ mm}$$

i_{fi} : Radio de giro

$$i_{y,fi} : \underline{41.57} \text{ mm}$$

$$i_{z,fi} : \underline{27.14} \text{ mm}$$

- Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.322}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.758 m del nudo N15, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi}^+ : \underline{9.8} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi}^- : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d}^+ : \underline{3.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{324.86} \text{ cm}^3$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

$$\text{Clase}^+ : \underline{\text{Duración media}}$$

$$\text{Clase}^- : \underline{\text{Permanente}}$$

Clase de servicio

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,fi} : \underline{1.10}$$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi} : <u>144.00</u> mm
γ_{M,fi} : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_{M,fi} : <u>1.00</u>
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi} : <u>1.15</u>

- **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.041 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

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:

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,z,d,fi}⁺ : 0.0 MPa

σ_{m,z,d,fi}⁻ : 1.2 MPa

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d}⁺ : 0.00 kN·m

M_{z,d}⁻ : 0.26 kN·m

W_{el,fi}: Módulo resistente elástico de la sección transversal

W_{el,z,fi} : 212.06 cm³

f_{m,d,fi}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

f_{m,z,d,fi} : 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase⁻ : Duración media

Clase de servicio

Clase : 3

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 24.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por:

k_{h,fi} : 1.10

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

γ_{M,fi}: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_{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 cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{v,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{v,d,fi}$: 0.0 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{y,d}$: 0.05 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 135.36 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.248 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi}$: 0.6 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 3.79 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 135.36 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 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)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.332** ✓

$$\eta = k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.240** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.758 m del nudo N15, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \frac{9.8}{\text{MPa}}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \frac{0.4}{\text{MPa}}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \frac{3.18}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$

$$M_{z,d} : \frac{0.09}{\text{kN}\cdot\text{m}}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \frac{324.86}{\text{cm}^3}$$

$$W_{el,z,fi} : \frac{212.06}{\text{cm}^3}$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \frac{30.4}{\text{MPa}}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \frac{30.4}{\text{MPa}}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \frac{1.00}{\text{MPa}}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \frac{24.0}{\text{MPa}}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \frac{1.10}{\text{MPa}}$$

$$k_{h,z,fi} : \frac{1.10}{\text{MPa}}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \frac{1.00}{\text{MPa}}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \frac{1.15}{\text{MPa}}$$

k_m : Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal

$$k_m : \frac{0.70}{\text{MPa}}$$

- Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.318$ ✓

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.232$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a 2.260 m del nudo N15, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d,fi} : 0.0$ MPa

Donde:

$N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra $N_{t,0,d} : 0.01$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal $A_{fi} : 135.36$ cm²

$\sigma_{m,y,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por: $\sigma_{m,y,d,fi} : 9.3$ MPa

$\sigma_{m,z,d,fi} : 0.6$ MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo $M_{y,d} : 3.01$ kN·m

$M_{z,d} : -0.12$ kN·m

$W_{el,y,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal $W_{el,y,fi} : 324.86$ cm³

$W_{el,z,fi} : 212.06$ cm³

$f_{t,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $f_{t,0,d,fi} : 17.7$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : 1.00$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: $k_{h,fi} : 1.10$

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción $h_{fi} : 144.00$ mm

$f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra $f_{t,0,k} : 14.0$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material $\gamma_{M,fi} : 1.00$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio $k_{fi} : 1.15$

$f_{m,y,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d,fi} : 30.4$ MPa

$f_{m,z,d,fi} : 30.4$ MPa

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad $k_{mod,fi} : 1.00$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k} : 24.0$ MPa

$k_{h,y,fi}$: Factor de altura, dado por: $k_{h,y,fi} : 1.10$

$k_{h,z,fi} : 1.10$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{144.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi}: Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

γ_{M,fi}: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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 compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a 1.758 m del nudo N15, para la combinación de acciones G+G1+0.2·N1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.332} \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.240} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,y,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.335} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{\chi_{c,z,fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.247} \quad \checkmark$$

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:

σ_{c,0,d,fi}: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

Donde:

N_{c,0,d,fi}: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra

$$N_{c,0,d,fi} : \underline{0.29} \text{ kN}$$

A_{fi}: Área de la sección transversal

$$A_{fi} : \underline{135.36} \text{ cm}^2$$

σ_{m,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{9.8} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.4} \text{ MPa}$$

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{3.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$$W_{el,y,fi} : \underline{324.86} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{212.06} \text{ cm}^3$$

$f_{c,0,d,fi}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por:

$$f_{c,0,d,fi} : \underline{24.2} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{c,0,k}$: Resistencia característica a compresión paralela a la fibra

$$f_{c,0,k} : \underline{21.0} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{30.4} \text{ MPa}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$$k_{mod,fi} : \underline{1.00}$$

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{24.0} \text{ MPa}$$

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.10}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.10}$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{144.00} \text{ mm}$$

Eje z:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

$$h_{fi} : \underline{94.00} \text{ mm}$$

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_{M,fi} : \underline{1.00}$$

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

$$k_{fi} : \underline{1.15}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

$\chi_{c,fi}$: Factor de inestabilidad

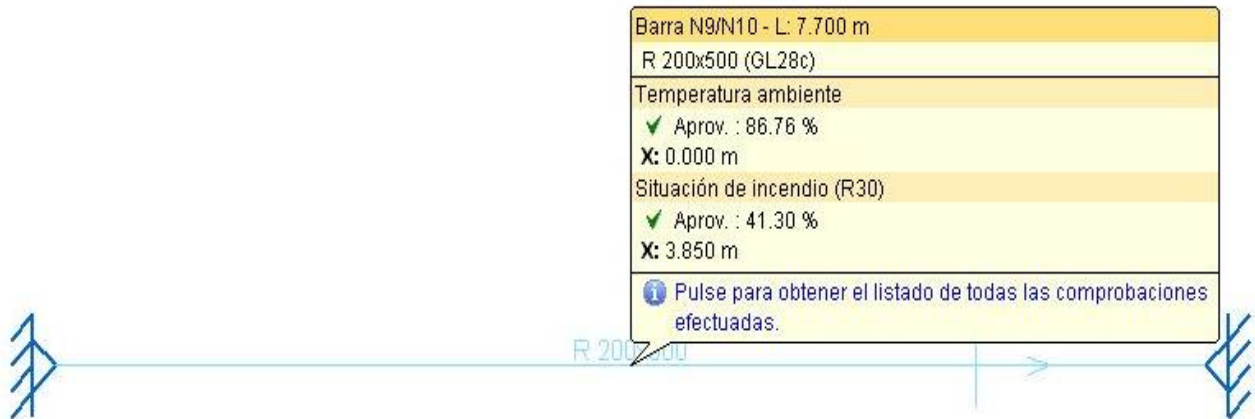
$$\chi_{c,y,fi} : \underline{0.28}$$

$$\chi_{c,z,fi} : \underline{0.12}$$

- Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)

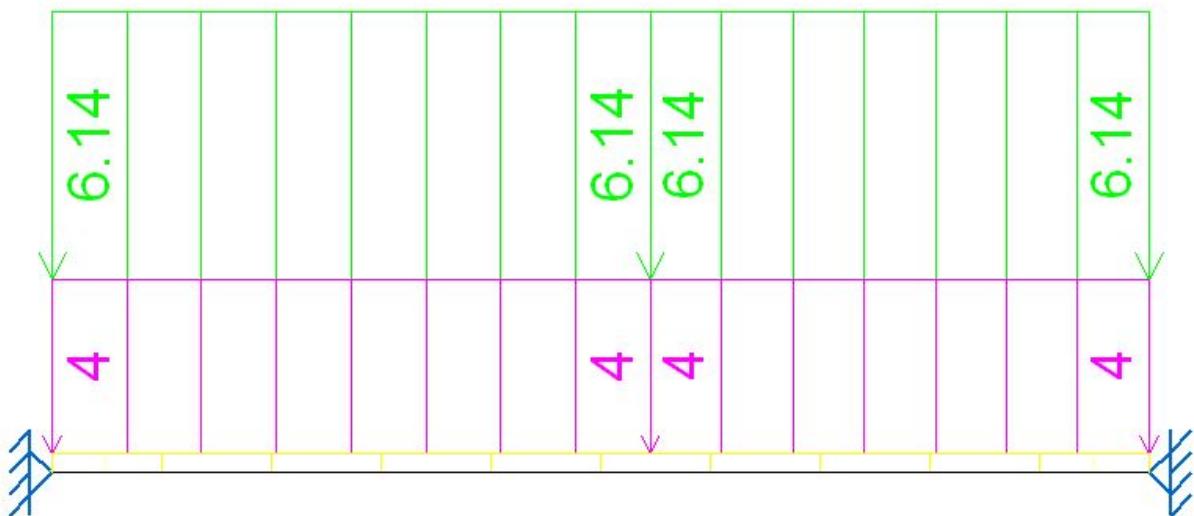
La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

3.1.2. COMPROBACIONES DE FORJADO EN VIGA 20X50



- Cargas por hipótesis

- VERDE SOBRECARGA REPARTIDA KN/M
- MAGENTA CONCARGAS + PESO PROPIO KN/M



Barra N9/N10

Perfil: R 200x500							
Material: Madera (GL28c)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N9	N10	7.700	1000.00	208333.33	33333.33	98400.00
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
				Pandeo		Pandeo lateral	
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
	β	1.00		1.00	0.00	0.00	
	L _K	7.700		7.700	0.000	0.000	
	C _m	1.000		1.000	1.000	1.000	
	Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R30							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 3.85 m η = 84.8	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 86.8	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 86.8
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación. (7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. (8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas. (9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.												
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N9/N10	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 3.85 m η = 41.3	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 38.0	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 41.3
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación. (7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. (8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas. (9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.												
Notación: N _{t,0,d} : Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra N _{c,0,d} : Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra M _{y,d} : Resistencia a flexión en el eje y M _{z,d} : Resistencia a flexión en el eje z V _{y,d} : Resistencia a cortante en el eje y V _{z,d} : Resistencia a cortante en el eje z M _{x,d} : Resistencia a torsión M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión esviada N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión y tracción axial combinadas N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d} : Resistencia a flexión y compresión axial combinadas M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d} : Resistencia a cortante y torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede												

- Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- **Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : 0.848



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.850 m del nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$: 13.5 MPa

$\sigma_{m,y,d}^-$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 112.79 kN·m

$M_{y,d}^-$: 0.00 kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 8333.33 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}^+$: 16.0 MPa

$f_{m,y,d}^-$: 11.4 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod}^+ : 0.70

k_{mod}^- : 0.50

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Corta duración

Clase⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 28.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

k_h : 1.02

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 500.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- **Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : **0.868** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot Q1$.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d}$: 1.3 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 58.59 kN

A : Área de la sección transversal

A : 1000.00 cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d}$: 1.5 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

k_{mod} : 0.70

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k}$: 2.7 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

- **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.413**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.850 m del nudo N9, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^+$: 13.7 MPa

$\sigma_{m,y,d,fi}^-$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 64.84 kN·m

$M_{y,d}^-$: 0.00 kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$: 4731.26 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$: 33.2 MPa

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⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 28.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.03

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 444.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.380** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi}$: 1.2 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 33.68 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 639.36 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 3.1 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.7 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

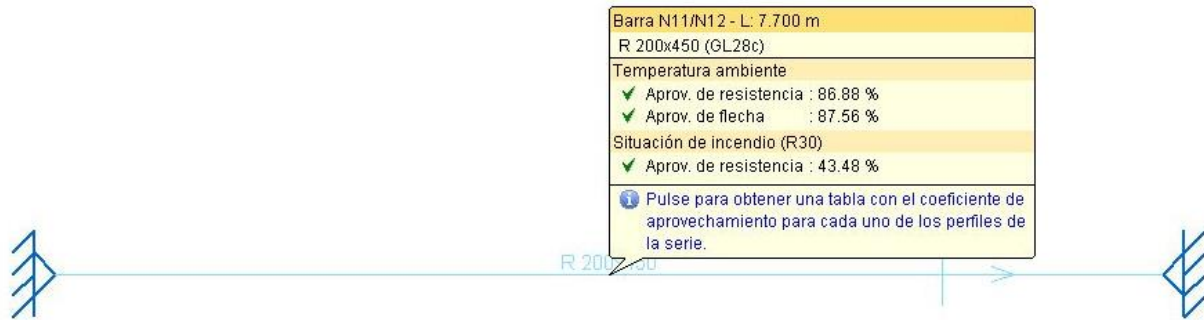
- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

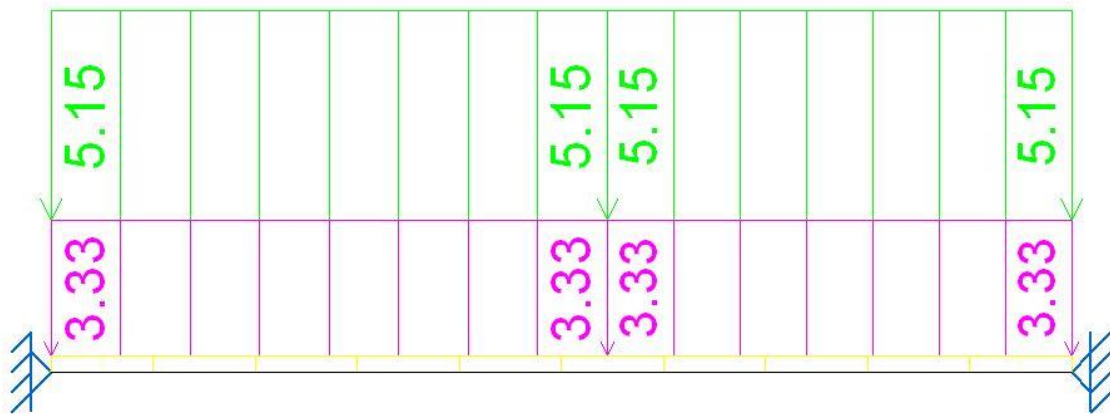
La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

3.1.3. COMPROBACIONES DE FORJADO EN VIGA 20X45



- **Cargas por hipótesis**

- VERDE SOBRECARGA REPARTIDA KN/M
- MAGENTA CONCARGAS + PESO PROPIO KN/M



Perfil: R 200x450 Material: Madera (GL28c)						
Nudos	Longitud		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N11	N12	7.700	900.00	151875.00	30000.00	85500.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	7.700	7.700	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N11/N12	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 3.85 m η = 86.9	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 80.9	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 86.9
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.</p> <p>(9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	N _{t,0,d}	N _{c,0,d}	M _{y,d}	M _{z,d}	V _{y,d}	V _{z,d}	M _{x,d}	M _{y,d} M _{z,d}	N _{t,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	N _{c,0,d} M _{y,d} M _{z,d}	M _{x,d} V _{y,d} V _{z,d}	
N11/N12	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	x: 3.85 m η = 43.5	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 35.9	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE η = 43.5
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.</p> <p>(9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												
<p>Notación:</p> <p>N_{t,0,d}: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra</p> <p>N_{c,0,d}: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra</p> <p>M_{y,d}: Resistencia a flexión en el eje y</p> <p>M_{z,d}: Resistencia a flexión en el eje z</p> <p>V_{y,d}: Resistencia a cortante en el eje y</p> <p>V_{z,d}: Resistencia a cortante en el eje z</p> <p>M_{x,d}: Resistencia a torsión</p> <p>M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión esviada</p> <p>N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas</p> <p>N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas</p> <p>M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}: Resistencia a cortante y torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>												

- Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : 0.869



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.850 m del nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

σ_{m,d}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

σ_{m,y,d}⁺ : 14.0 MPa

σ_{m,y,d}⁻ : 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d}⁺ : <u>94.63</u> kN·m
	M_{y,d}⁻ : <u>0.00</u> kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y} : <u>6750.00</u> cm ³
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d}⁺ : <u>16.1</u> MPa
	f_{m,y,d}⁻ : <u>11.5</u> MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod}⁺ : <u>0.70</u>
	k_{mod}⁻ : <u>0.50</u>

Donde:

Clase de duración de la carga	Clase⁺ : <u>Corta duración</u>
Clase de servicio	Clase⁻ : <u>Permanente</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	Clase : <u>3</u>
k_h : Factor de altura, dado por:	f_{m,k} : <u>28.0</u> MPa
	k_h : <u>1.03</u>

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h : <u>450.00</u> mm
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.25</u>

- **Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- **Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.809 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·Q1.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:	τ_{z,d} : <u>1.2</u> MPa
---	---

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	V_{z,d} : <u>49.16</u> kN
A : Área de la sección transversal	A : <u>900.00</u> cm ²
k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} : <u>0.67</u>
f_{v,d} : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	f_{v,d} : <u>1.5</u> MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

k_{mod} : 0.70

$f_{v,k}$: 2.7 MPa

γ_M : 1.25

- **Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

- **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.435**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.850 m del nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^+$: 14.6 MPa

$\sigma_{m,y,d,fi}^-$: 0.0 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 54.41 kN·m

$M_{y,d}^-$: 0.00 kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$: 3725.66 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$: 33.6 MPa

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⁻ : Permanente

Clase de servicio

Clase : 3

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 28.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.04

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 394.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.


- **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.359$ 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi} : 1.1$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 28.26$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 567.36$ cm²

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:

$f_{v,d,fi} : 3.1$ MPa

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

$f_{v,k} : 2.7$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$

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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

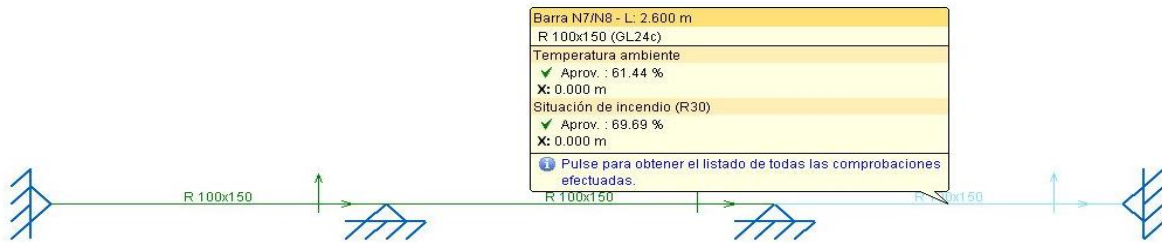
La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

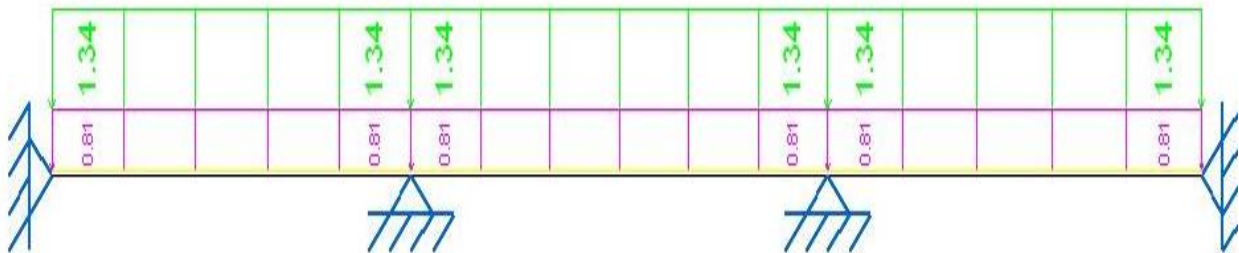
3.1.4. COMPROBACIONES DE FORJADO EN VANO EXTREMO VIGUETA 100X150

Barra N7/N8



- Cargas por hipótesis

- VERDE SOBRECARGA REPARTIDA KN/M
- MAGENTA CONCARGAS + PESO PROPIO KN/M



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N7	N8	2.600	150.00	2812.50	1250.00	2940.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _k	2.600	2.600	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N7/N8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 43.5$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 61.4$	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	CUMPLE $\eta = 61.4$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.</p> <p>(9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N7/N8	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 69.7$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 61.6$	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	CUMPLE $\eta = 69.7$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.</p> <p>(9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												
<p>Notación:</p> <p>$N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra</p> <p>$N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra</p> <p>$M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y</p> <p>$M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z</p> <p>$V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y</p> <p>$V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z</p> <p>$M_{x,d}$: Resistencia a torsión</p> <p>$M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada</p> <p>$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas</p> <p>$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas</p> <p>$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>												

- **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- **Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : **0.435**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,y,d}^-$: 6.4 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{y,d}^-$: 2.41 kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 375.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}^+$: 10.6 MPa

$f_{m,y,d}^-$: 14.8 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod}^+ : 0.50

k_{mod}^- : 0.70

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Permanente

Clase⁻ : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 3

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 24.0 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:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- **Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- **Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.614$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot Q1$.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d} : 0.8$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 5.07$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 150.00$ cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$k_{cr} : 0.67$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d} : 1.2$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.70$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

- **Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

- **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.697**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^+$:	<u>0.0</u>	MPa
$\sigma_{m,y,d,fi}^-$:	<u>21.2</u>	MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$:	<u>0.00</u>	kN·m
---------------	-------------	------

$M_{y,d}^-$:	<u>1.37</u>	kN·m
---------------	-------------	------

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$:	<u>64.80</u>	cm ³
-----------------	--------------	-----------------

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$:	<u>30.4</u>	MPa
------------------	-------------	-----

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

$k_{mod,fi}$:	<u>1.00</u>
----------------	-------------

Donde:

Clase de duración de la carga

$Clase^+$:	<u>Permanente</u>
-------------	-------------------

$Clase^-$:	<u>Corta duración</u>
-------------	-----------------------

Clase de servicio

$Clase$:	<u>3</u>
-----------	----------

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$:	<u>24.0</u>	MPa
-------------	-------------	-----

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$:	<u>1.10</u>
--------------	-------------

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} :	<u>94.00</u>	mm
------------	--------------	----

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$:	<u>1.00</u>
-------------------	-------------

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} :	<u>1.15</u>
------------	-------------

- **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$\eta : 0.616$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi} : 1.6$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 2.88$ kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 41.36$ cm²

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:

$f_{v,d,fi} : 2.5$ MPa

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

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi} : 1.00$

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)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

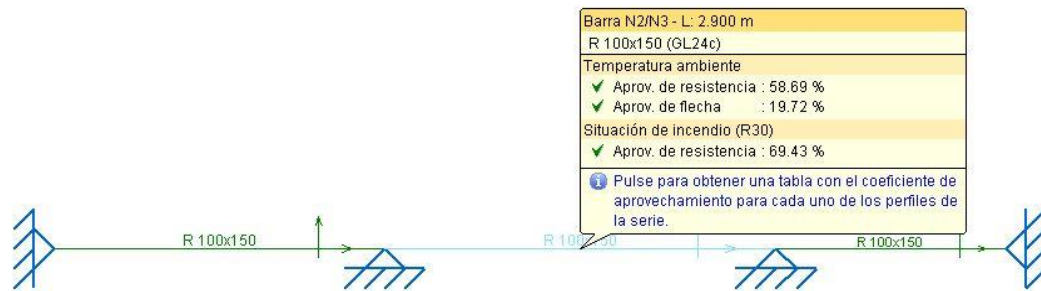
- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

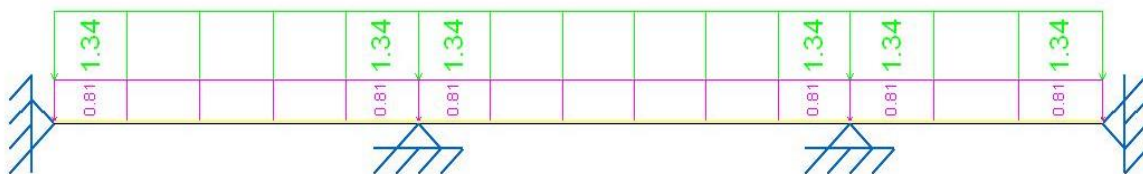
La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

3.1.5. COMPROBACIONES DE FORJADO EN VANO CENTRAL VIGUETA 100X150



- Cargas por hipótesis

- VERDE SOBRECARGA REPARTIDA KN/M
- MAGENTA CONCARGAS + PESO PROPIO KN/M



Perfil: R 100x150 Material: Madera (GL24c)						
Nodos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N2	N3	2.900	150.00	2812.50	1250.00	2940.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	2.900	2.900	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R30						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N2/N3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 43.4$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 58.7$	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	CUMPLE $\eta = 58.7$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.</p> <p>(9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N2/N3	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 69.4$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 0 m $\eta = 58.9$	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	CUMPLE $\eta = 69.4$
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.</p> <p>(7) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(8) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.</p> <p>(9) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.</p>												
<p>Notación:</p> <p>$N_{t,0,d}$: Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra</p> <p>$N_{c,0,d}$: Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra</p> <p>$M_{y,d}$: Resistencia a flexión en el eje y</p> <p>$M_{z,d}$: Resistencia a flexión en el eje z</p> <p>$V_{y,d}$: Resistencia a cortante en el eje y</p> <p>$V_{z,d}$: Resistencia a cortante en el eje z</p> <p>$M_{x,d}$: Resistencia a torsión</p> <p>$M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión esviada</p> <p>$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y tracción axial combinadas</p> <p>$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$: Resistencia a flexión y compresión axial combinadas</p> <p>$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$: Resistencia a cortante y torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>												

- Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- Resistencia a flexión en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

η : 0.434 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G+1.35·G1+1.5·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d}^+$: 0.0 MPa
 $\sigma_{m,y,d}^-$: 6.4 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{y,d}^-$: 2.41 kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y}$: 375.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d}^+$: 10.6 MPa

$f_{m,y,d}^-$: 14.8 MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad

k_{mod}^+ : 0.50

k_{mod}^- : 0.70

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Permanente

Clase⁻ : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 3

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 24.0 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:

Donde:

h : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h : 150.00 mm

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.25

- Resistencia a flexión en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- Resistencia a cortante en el eje y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$\eta : 0.587$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.35 \cdot G1 + 1.5 \cdot Q1$.

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d} : 0.7$ MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d} : 4.84$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 150.00$ cm²

k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas

$k_{cr} : 0.67$

$f_{v,d}$: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:

$f_{v,d} : 1.2$ MPa

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Corta duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 3)

$k_{mod} : 0.70$

$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante

$f_{v,k} : 2.2$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.25$

- **Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.9)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

- **Resistencia a tracción uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

- **Resistencia a compresión uniforme paralela a la fibra - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.4 - 6.3.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

- **Resistencia a flexión en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.694 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

No se comprueba la resistencia a vuelco lateral, ya que la correspondiente longitud de pandeo es nula.

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi}^+$: 0.0 MPa

$\sigma_{m,y,d,fi}^-$: 21.1 MPa

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}^+$: 0.00 kN·m

$M_{y,d}^-$: 1.37 kN·m

$W_{el,fi}$: Módulo resistente elástico de la sección transversal

$W_{el,y,fi}$: 64.80 cm³

$f_{m,d,fi}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por:

$f_{m,y,d,fi}$: 30.4 MPa

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⁺ : Permanente

Clase⁻ : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 3

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión

$f_{m,k}$: 24.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por:

$k_{h,fi}$: 1.10

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera laminada encolada inferiores a 600 mm:

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción

h_{fi} : 94.00 mm

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 1.00

k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio

k_{fi} : 1.15

- **Resistencia a flexión en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.6 - 6.3.3)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

- **Resistencia a cortante en el eje y - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

- **Resistencia a cortante en el eje z - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : **0.589** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones G+G1+0.7·Q1.

Donde:

$\tau_{d,fi}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$\tau_{z,d,fi}$: 1.5 MPa

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

$V_{z,d}$: 2.75 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 41.36 cm²

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:

$f_{v,d,fi}$: 2.5 MPa

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

$f_{v,k}$: 2.2 MPa

$\gamma_{M,fi}$: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_{M,fi}$: 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)**

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

- **Resistencia a flexión esviada - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.7)**

La comprobación no procede, ya que no hay flexión esviada para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y tracción axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)**

La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

- **Resistencia a flexión y compresión axial combinadas - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.3)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.

- **Resistencia a cortante y torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.8 - 6.1.9, Criterio de CYPE Ingenieros)**

La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a momento torsor ni a esfuerzo cortante.

3.2. DB-SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

El objetivo del requisito básico «Seguridad en caso de incendio» 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.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los siguientes apartados.

Exigencia básica SI 1: Propagación interior

Exigencia básica SI 2: Propagación exterior

Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes

Exigencia básica SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

Exigencia básica SI 5: Intervención de bomberos

Exigencia básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

El Documento Básico DB-SI especifica los parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el «Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales», en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

3.2.1. SI-1. PROPAGACIÓN INTERIOR

Exigencia básica SI-1: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

3.2.1.1. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios que estén contenidos en dicho sector, no forman parte del mismo.

El uso principal del edificio es vivienda unifamiliar y se desarrolla en un único sector.

Sectores de incendio							
Sector	Superficie construida (m ²)		Uso previsto ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ⁽²⁾			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos ⁽³⁾		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sector de incendio	2500	510.10	Vivienda unifamiliar	EI 60	-	EI ₂ 30-C5	-

Notas:

⁽¹⁾ Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación y movilidad de los usuarios, entre otras.

⁽²⁾ Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

⁽³⁾ Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.

3.2.1.2. LOCALES DE RIESGO ESPECIAL

No existen zonas de riesgo especial en el edificio.

3.2.1.3. ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando estos se compartimentan respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse esta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Se limita a tres plantas y a una altura de 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, BL-s3-d2 o mejor.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantiene en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm².

Para ello, se optará por una de las siguientes alternativas:

- Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado; por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática El $t(i \leftarrow o)$ ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado), o un dispositivo intumescente de obturación.
- Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación El $t(i \leftrightarrow o)$ ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado).

3.2.1.4. REACCIÓN AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas y armarios, entre otros) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento ⁽¹⁾	
	Techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	Suelos ⁽²⁾
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos ⁽⁴⁾ , suelos elevados, etc.	B-s3, d0	B _{FL} -s2 ⁽⁵⁾
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.</p> <p>⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.</p> <p>⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.</p> <p>⁽⁴⁾ Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.</p> <p>⁽⁵⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.</p>		

3.2.2. SI-2. PROPAGACIÓN EXTERIOR

Exigencia básica SI 2: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio como a otros edificios colindantes.

3.2.2.1. MEDIANERÍAS Y FACHADAS

En fachadas, se limita el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio mediante el control de la separación mínima entre huecos de fachada pertenecientes a sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas; entendiendo que dichos huecos suponen áreas de fachada donde no se alcanza una resistencia al fuego mínima EI 60.

En la separación con otros edificios colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado con una resistencia al fuego menor que EI 60, cumplen el 50% de la distancia exigida entre zonas con resistencia menor que EI 60, hasta la bisectriz del ángulo formado por las fachadas del edificio objeto y el colindante.

Propagación horizontal					
Plantas	Fachada ⁽¹⁾	Separación ⁽²⁾	Separación horizontal mínima (m) ⁽³⁾		
			Ángulo ⁽⁴⁾	Norma	Proyecto
Sótano	Muro de fachada	No	No procede		
Planta baja	Muro de fachada	No	No procede		
Planta 1	Muro de fachada	No	No procede		
Bajo cubierta	Muro de fachada	No	No procede		

Notas:

⁽¹⁾ Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.

⁽²⁾ Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.2 (CTE DB SI 2).

⁽³⁾ Distancia mínima en proyección horizontal 'd (m)', tomando valores intermedios mediante interpolación lineal en la tabla del punto 1.2 (CTE DB SI 2).

⁽⁴⁾ Ángulo formado por los planos exteriores de las fachadas consideradas, con un redondeo de 5°. Para fachadas paralelas y enfrentadas, se obtiene un valor de 0°.

La limitación del riesgo de propagación vertical del incendio por la fachada se efectúa reservando una franja de un metro de altura, como mínimo, con una resistencia al fuego mínima EI 60, en las uniones verticales entre sectores de incendio distintos, entre zonas 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.

En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura exigida a dicha franja puede reducirse en la dimensión del citado saliente.

Propagación vertical				
Planta	Fachada ⁽¹⁾	Separación ⁽²⁾	Separación vertical mínima (m) ⁽³⁾	
			Norma	Proyecto
Sótano - Planta baja	Muro de fachada	No	No procede	
Planta baja - Planta 1	Muro de fachada	No	No procede	
Planta 1 - Bajo cubierta	Muro de fachada	No	No procede	

Notas:

⁽¹⁾ Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.

⁽²⁾ Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).

⁽³⁾ Separación vertical mínima ('d (m)') entre zonas de fachada con resistencia al fuego menor que EI 60, minorada con la dimensión de los elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas ('b') mediante la fórmula $d \geq 1 - b$ (m), según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3 d2 o mejor hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público, desde la rasante exterior o desde una cubierta; y en toda la altura de la fachada cuando ésta tenga una altura superior a 18 m, con independencia de dónde se encuentre su arranque.

3.2.2.2. CUBIERTAS

No existe en el edificio riesgo alguno de propagación del incendio entre zonas de cubierta con huecos y huecos dispuestos en fachadas superiores del edificio, pertenecientes a sectores de incendio o a edificios diferentes, de acuerdo al punto 2.2 de CTE DB SI 2.

3.2.3. SI-3 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Exigencia básica SI-3: el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

3.2.3.1. COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

Los elementos de evacuación del edificio no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB SI 3), al no estar previsto en él ningún establecimiento de uso 'Comercial' o 'Pública concurrencia', ni establecimientos de uso 'Docente', 'Hospitalario', 'Residencial Público' o 'Administrativo', de superficie construida mayor a 1500 m².

3.2.3.2. CÁLCULO DE OCUPACIÓN. SALIDAS Y RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada. En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes del punto 4.1 (DB SI 3), tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en la tabla 4.1 (DB SI 3).

En la planta de desembarco de las escaleras, se añade a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de 160 A personas (siendo 'A' la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3 (DB SI 3); y considerando el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si esta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación									
Planta	S _{útil} ⁽¹⁾ (m ²)	r _{ocup} ⁽²⁾ (m ² /p)	P _{calc} ⁽³⁾	Número de salidas ⁽⁴⁾		Longitud del recorrido ⁽⁵⁾ (m)		Anchura de las salidas ⁽⁶⁾ (m)	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sector de incendio (Uso Residencial Vivienda), ocupación: 17 personas									
Planta baja	329	20	17	1	1	50	0.5	---	---
Notas: (1) Superficie útil con ocupación no nula, S _{útil} (m ²). Se contabiliza por planta la superficie afectada por una densidad de ocupación no nula, considerando también el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y de uso previsto del edificio, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3). (2) Densidad de ocupación, r _{ocup} (m ² /p); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3). (3) Ocupación de cálculo, P _{calc} , en número de personas. Se muestran entre paréntesis las ocupaciones totales de cálculo para los recorridos de evacuación considerados, resultados de la suma de ocupación en la planta considerada más aquella procedente de plantas sin origen de evacuación, o bien de la aportación de flujo de personas de escaleras, en la planta de salida del edificio, tomando los criterios de asignación del punto 4.1.3 (DB SI 3). (4) Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas, según los criterios de ocupación y altura de evacuación establecidos en la tabla 3.1 (DB SI 3). (5) Longitud máxima admisible y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada planta y sector, en función del uso del mismo y del número de salidas de planta disponibles, según la tabla 3.1 (DB SI 3). (6) Anchura mínima exigida y anchura mínima dispuesta en proyecto, para las puertas de paso y para las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación (puntos 4.1 y 4.2 de DB SI 3). La anchura de toda hoja de puerta estará comprendida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).									

3.2.3.3. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE OCUPACIÓN

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3), se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo «SALIDA», excepto en edificios de uso 'Residencial Vivienda' o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo «Salida de emergencia» se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

- c) Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo «Sin salida» en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).
- g) Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo «ZONA DE REFUGIO».
- h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo «ZONA DE REFUGIO» acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

3.2.3.4. CONTROL DEL HUMO DE INCENDIO

No se ha previsto en el edificio ningún sistema de control del humo de incendio, por no existir en él ninguna zona correspondiente a los usos recogidos en el apartado 8 (DB SI 3):

- a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;
- c) Atrios, cuando su ocupación, en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté prevista su utilización para la evacuación de más de 500 personas.

3.2.4. SI-4. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Exigencia básica SI-4: el edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para detectar, controlar y extinguir el incendio; así como para transmitir la alarma a todos los ocupantes.

3.2.4.1. DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI-4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 513/2017, de 22 de mayo), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles ⁽¹⁾	Bocas de incendio equipadas	Columna seca	Sistema de detección y alarma	Instalación automática de extinción
Sector de incendio (Uso 'Vivienda unifamiliar')					
Norma	No	No	No	No	No
Proyecto	Sí (1)	No	No	No	No

Notas:

⁽¹⁾ Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.

Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-144B-C.

3.2.4.2. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

3.2.5. SI-5 INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Exigencia básica SI 5: se facilitará la intervención de los equipos de extinción de incendios y rescate.

3.2.5.1. CONDICIONES DE APROXIMACIÓN Y ENTORNO

Como la altura de evacuación del edificio (0.0 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio.

3.2.5.2. ACCESIBILIDAD POR FACHADA

Como la altura de evacuación del edificio (0.0 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio.

3.2.6. SI-6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Los elementos estructurales de la vivienda deben cumplir unos valores mínimos de resistencia al fuego, estos valores se especifican en las tablas 3.1 y 3.2 del DB SI 6: Resistencia al fuego de la estructura.

Estos valores representan el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector.

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios ⁽¹⁾

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo.

La resistencia al fuego de los distintos elementos de estructura se justifica a continuación:

Elementos	Material estructural	Normativa	Proyecto
Soportes	Muro de sillería 70 cm	R 60	R 60
Solera	Solera tipo caviti de 25 +5	R 60	R 60
Forjado	Madera	R 60	R 60
Cubierta	Madera	R 60	R 60

3.3. DB-SUA SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

3.3.1. SUA 1 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

3.3.1.1. Resbaladidad de los suelos

Se clasifican los suelos en función del valor de su resistencia al deslizamiento según la tabla 1.1. Clasificación de los suelos según su resbaladidad del DB SUA 1 como se muestra a continuación.

Resistencia al deslizamiento	
	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento de los suelos (R_d) se obtiene mediante el ensayo del péndulo descrito en la norma UNE 41901:2017 EX. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

En la siguiente tabla se indican las clases de suelo requeridas según dicha normativa y las utilizadas en el proyecto.

Localización y características del suelo		
	Clase	
	Normativa	Proyecto
Zonas interiores secas		
- superficies con pendiente menor que el 6%	1	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior (1) , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.		
- superficies con pendiente menor que el 6%	2	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3	3
Zonas exteriores. Piscinas (2). Duchas.	3	-

(1) Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

(2) En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

3.3.1.2. Discontinuidades en el pavimento

No se presentan imperfecciones o irregularidades en el pavimento que impliquen riesgo de caída o tropiezo.

Discontinuidades en el pavimento			
		Normativa	Proyecto
Imperfecciones o irregularidades que impliquen riesgo de caídas por traspies o tropiezos	Resalto de juntas	<4 mm	<4 mm
	Desnivel <5 cm	Pdt<25%	-
	Diámetro de huecos o perforaciones	<1,5 cm	0 mm
Altura de barreras que delimitan zonas de circulación		≥ 80 cm	90 cm
Pasos máximos en zonas de circulación Excepto en:			
<ul style="list-style-type: none"> -Zonas de uso restringido -En las zonas comunes de los edificios de uso residencial vivienda -En los accesos y salidas de los edificios -En los accesos a un estrado o escenario 		2	0

3.3.1.3. Desniveles

3.3.1.3.1. Protección de los desniveles

Barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota	h>55 cm
Percepción de diferencias de nivel con señalización visual y táctil en las zonas de uso público	h<55 cm Diferenciación táctil a partir de 25 cm del borde como mínimo

3.3.1.3.2. Características de las barreras de protección

-Altura

Características de las barreras de protección		
	Normativa	Proyecto
Diferencia de cotas <6 m	≥90 cm	90 cm
Diferencia de cotas ≥6 m	≥110 cm	-
Huecos escaleras con anchura <40 cm	≥90 cm	-

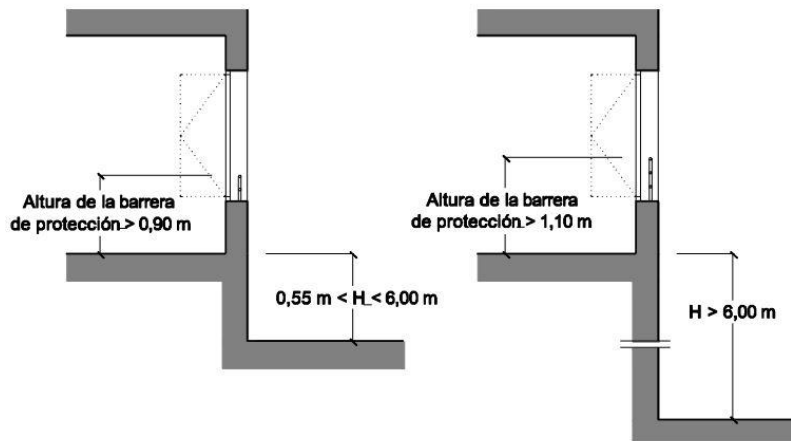


Ilustración 1: Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas

-Resistencia

Resistencia y rigidez de las barreras de protección que soporten la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

-Características constructivas

Características constructivas de escaleras y rampas		
	Normativa	Proyecto
Escalables	No sean	Cumple
No existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.	$30 > h < 50$ cm	Cumple
No existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo	$50 > h < 80$ cm	Cumple
Aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera	$\varnothing 10$ cm	Cumple
Límite entre la parte interior de la barandilla y la línea de inclinación	≤ 50 mm	Cumple

3.3.1.4. Escaleras y rampas

3.3.1.4.1. Escaleras de uso restringido

-Peldaño

Peldaños escalera principal		
	Normativa	Proyecto
Huella	≥ 22 cm	32 cm
Contrahuella	≤ 20 cm	19 cm
Anchura de tramo	≥ 80 cm	100 cm

Peldaños escalera secundaria		
	Normativa	Proyecto
Huella	≥22 cm	29 cm
Contrahuella	≤20 cm	19 cm
Anchura de tramo	≥80 cm	90 cm

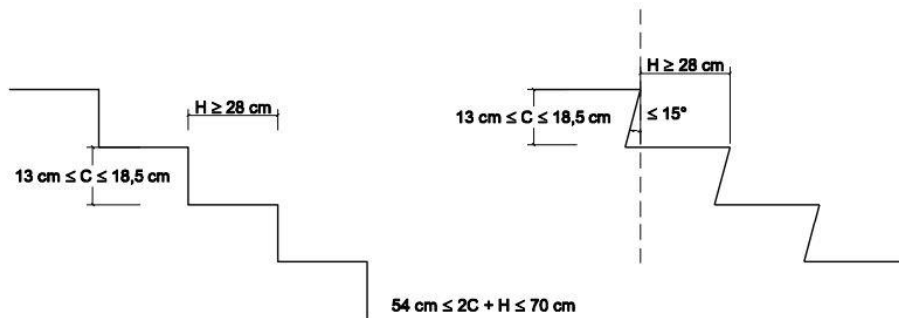


Ilustración 2: Figura 4.2 Configuración de los peldaños

-Tramos

Características tramos		
	Normativa	Proyecto
Peldaños mínimos por tramo	3	Cumple
Altura máxima a salvar en cada tramo	≤3,20 m	Cumple
Misma contrahuella en una misma escalera		Cumple
Misma huella en tramos rectos		Cumple
Misma huella medida a lo largo de toda la línea equidistante de uno de los lados de la escalera		-
En tramos mixtos la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menos que la huella en las partes rectas		-
Anchura útil del tramo sin obstáculos, Público.	0,90 m	0,90 m, 1,00 m

-Mesetas

Características constructivas de escaleras con cambio de dirección		
	Normativa	Proyecto
Ancho de las mesetas	>anchura de la meseta	Cumple
Longitud de las mesetas	≥1,00 cm	0,90 m, 1,00 m

-Pasamanos continuos

Diseñados de forma que sean fáciles de usar, estén separados por lo menos 4 cm del paramento vertical y su sistema de sujeción no impida el deslizamiento continuo de la mano.

Características pasamanos		
	Normativa	Proyecto
Obligatorio en un lado	Para h>55 cm	Cumple
Obligatorio en los dos lados	≥1,00 cm	-
Altura	90≥h≥110 cm	0,90 cm

3.3.1.4.2. Rampas

Las rampas del presente proyecto se consideran rampas pertenecientes a itinerarios accesibles teniendo las dos menos de 3 metros de longitud.

Rampas		
	Normativa	Proyecto
Rampas en itinerarios accesibles	L<3 m-Pdt<10%	Pdt 9% y 6%

-Tramos

Tramos		
	Normativa	Proyecto
Longitud de tramos	L<9,00m	Cumple
Ancho de tramos	>1,20 m	Cumple

3.3.1.5. Limpieza de los acristalamientos exteriores

Las ventanas dispuestas en el proyecto son de fácil acceso por el interior de la vivienda por lo que no se requiere el cumplimiento de las especificaciones del DB SUA 1.

3.3.2. SUA 2 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O DE ATRAPAMIENTO

3.3.2.1. Impacto

3.3.2.1.1. Impacto con elementos fijos

Impacto con elementos fijos		
	Normativa	Proyecto
Altura libre zonas de circulación	>2,20 m	Cumple
Altura libre umbrales de puertas	>2,00 m	Cumple
Altura elementos fijos que sobresalgan de las fachadas	>2,20 m	Cumple
Vuelo de elementos salientes que no arranquen del suelo en la zona de altura entre 15 cm y 2,20 metros	≤15 cm	Cumple
Limitación de riesgo de impacto con elementos volados de altura menor a 2,00m	-	-

3.3.2.1.2. Impacto con elementos practicables

Impacto con elementos practicables		
	Normativa	Proyecto
Puertas de recintos situadas en el lateral de los pasillos con anchura menor a 2,50 m	El barrido no debe invadir la anchura del pasillo	Cumple



Ilustración 3: Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación

3.3.2.1.3. Impacto con elementos frágiles

Impacto con elementos frágiles		
	Normativa	Proyecto
Barreras de protección de superficies acristaladas existentes en áreas con riesgo de impacto	Apartado 3.2, SUA 1	Cumple
Superficies acristaladas situadas en áreas con riesgo de impacto que no tengan barrera de protección	UNE-EN 12600:2003	Cumple
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada comprendida entre 0,55 m y 12 m	Nivel 2	Cumple
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada mayor que 12 m	Nivel 1	Cumple
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada menor que 0,55 m	Nivel 2 y 3	Cumple
Partes vidriadas de puertas y cerramientos de duchas o bañeras	Nivel 3	Cumple

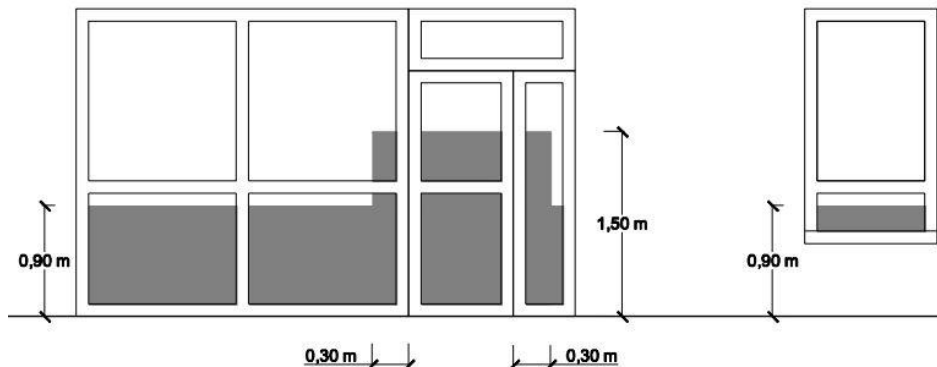


Ilustración 4: Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

3.3.2.1.4. Impacto con elementos insuficientemente perceptibles

No se disponen superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas.

3.3.2.2. Atrapamiento

Como se especifica en el plano de Memoria de Carpinterías ninguna de las puertas es de tipo corredera por lo que no se aplica este apartado.

3.3.3. SUA 3 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO

3.3.3.1. Aprisionamiento

Se cumplen las siguientes indicaciones descritas en el SUA 3.

- 1- Cuando las puertas de un recinto tengan dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. Excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.
- 2- En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.
- 3- La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en itinerarios accesibles, en las que se aplicará lo establecido en la definición de los mismos en el anejo A Terminología (como máximo 25 N, en general, 65 N cuando sean resistentes al fuego).
- 4- Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones (excluidas puertas con sistema de cierre automático y puertas equipadas con herrajes especiales, como por ejemplo los dispositivos de salida de emergencia) se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

3.3.4. SUA 4 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

3.3.4.1. Alumbrado normal en zonas de circulación

Alumbrado zonas de circulación		
	Iluminancia mínima (lux)	
	Normativa	Proyecto
Interiores	100	121
Exteriores	20	35

3.3.4.2. Alumbrado de emergencia

Se provee de alumbrado de emergencia y señales de evacuación en los recorridos de evacuación.

Todas las luminarias instaladas cumplen el mínimo de altura de 2 metros por encima del nivel del suelo.

Se dispone una luminaria en cada puerta de salida en los cambios de dirección e intersecciones de pasillos, la instalación será fija y dispone de su propia fuente de energía para entrar en funcionamiento en caso de producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal.

3.3.5. SUA 5 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES CON ALTA OCUPACIÓN

Como indica la normativa: Las condiciones establecidas en esta Sección son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie. En todo lo relativo a las condiciones de evacuación les es también de aplicación la Sección SI 3 del Documento Básico DB-SI.

En base a ello este apartado no es de aplicación para el presente proyecto.

3.3.6. SUA 6 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

3.3.6.1. Piscinas

La normativa establece lo siguiente en este apartado: Esta Sección es aplicable a las piscinas de uso colectivo, salvo a las destinadas exclusivamente a competición o a enseñanza, las cuales tendrán las características propias de la actividad que se desarrolle.

Quedan excluidas las piscinas de viviendas unifamiliares, así como los baños termales, los centros de tratamiento de hidroterapia y otros dedicados a usos exclusivamente médicos, los cuales cumplirán lo dispuesto en su reglamentación específica.

No se aplica este apartado al presente proyecto.

3.3.6.2. Pozos y depósitos

La normativa establece lo siguiente en este apartado: Los pozos, depósitos, o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento estarán equipados con sistemas de protección, tales como tapas o rejillas, con la suficiente rigidez y resistencia, así como con cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

No se aplica este apartado al presente proyecto.

3.3.7. SUA 7 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

La normativa establece lo siguiente en este apartado: Esta Sección es aplicable a las zonas de uso Aparcamiento (lo que excluye a los garajes de una vivienda unifamiliar) así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

No se aplica este apartado al presente proyecto.

3.3.8. SUA 8 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

3.3.8.1. Procedimiento de verificación

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos (N_e) sea mayor que el riesgo admisible (N_a), excepto cuando la eficiencia 'E' este comprendida entre 0 y 0.8.

3.3.8.2. Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (N_e)

Siendo:

- N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km^2).
- A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 .
- C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno.

N_g (Ortigueira) = 1.50 impactos/año, km ²
A_e = 2094.85 m ²
C_1 (aislado) = 1.00
N_e = 0.0031 impactos/año

3.3.8.3. Cálculo del riesgo admisible (N_a)

Siendo:

- C_2 : Coeficiente en función del tipo de construcción.
- C_3 : Coeficiente en función del contenido del edificio.
- C_4 : Coeficiente en función del uso del edificio.
- C_5 : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

C_2 (estructura de madera/cubierta de madera) = 3.00
C_3 (otros contenidos) = 1.00
C_4 (resto de edificios) = 1.00
C_5 (resto de edificios) = 1.00
N_a = 0.0018 impactos/año

3.3.8.4. Verificación:

<p>Altura del edificio = 5.9 m \leq 43.0 m</p> <p>N_e = 0.0031 $>$ N_a = 0.0018 impactos/año</p>

3.3.8.5. Nivel de protección

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina que no es necesario disponer una instalación de protección contra el rayo. El valor mínimo de la eficiencia 'E' de dicha instalación se determina mediante la siguiente fórmula:

N_a = 0.0018 impactos/año
N_e = 0.0031 impactos/año
E = 0.417

Como:

$0 \leq 0.417 < 0.80$

Nivel de protección: IV

No es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo
--

3.3.9. SUA 9 ACCESIBILIDAD

El cumplimiento de la normativa de accesibilidad se encuentra justificado en el apartado 1.9.3. Cumplimiento normativa accesibilidad de la Memoria Descriptiva.

3.4. DB-HS SALUBRIDAD

3.4.1. DB-HS-1. PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Exigencia básica HS1: se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

3.4.1.1. EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO

El edificio se sitúa en el término municipal de Ortigueira (A Coruña), en un entorno de clase 'E0' y a una altitud de 5,9 msnm. Le corresponde, por tanto, una zona eólica 'C', con grado de exposición al viento 'V2', y zona pluviométrica II.

El tipo de terreno de la parcela (arena semidensa) presenta un coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-4} cm/s, sin nivel freático (presencia de agua: baja), siendo su preparación sin intervención

3.4.1.2. SUELOS

3.4.1.2.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

Coeficiente de permeabilidad del terreno: $K_s: 1 \times 10^{-4}$ cm/s⁽¹⁾

Nota:

⁽¹⁾ Este dato se obtiene del informe geotécnico.

3.4.1.2.2. Condiciones de las soluciones constructivas

Solera ventilada de caviti		C2+C3+D1
Presencia de agua:	Baja	
Grado de impermeabilidad:	2 ⁽¹⁾	
Tipo de suelo:	Placa ⁽²⁾	
Tipo de intervención en el terreno:	Sin intervención	

Notas:

⁽¹⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

⁽²⁾ Solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

- Constitución del suelo:

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

- Drenaje y evacuación:

D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

3.4.1.2.3. Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

- **Encuentros del suelo con los muros:**
 - En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.
 - Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.
- **Encuentros entre suelos y particiones interiores:**
 - Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

3.4.1.3. FACHADAS Y MEDIANERAS DESCUBIERTAS

3.4.1.3.1. Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio:	E0⁽¹⁾
Zona pluviométrica de promedios:	II⁽²⁾
Altura de coronación del edificio sobre el terreno:	5.9 m⁽³⁾
Zona eólica:	C⁽⁴⁾
Grado de exposición al viento:	V2⁽⁵⁾
Grado de impermeabilidad:	4⁽⁶⁾

Notas:

⁽¹⁾ Clase de entorno del edificio E0 (Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas).

⁽²⁾ Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

⁽³⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.

⁽⁴⁾ Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

⁽⁵⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3 de HS1, CTE.

⁽⁶⁾ Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

3.4.1.3.2. Condiciones de las soluciones constructivas

Muro de fachada	R1+B1+C2+H1+J1+N1
Revestimiento exterior:	Sí
Grado de impermeabilidad alcanzado:	4 (R1+B1+C2, Tabla 2.7, CTE DB HS1)

- **Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:**

R1.- El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

 - Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad
 - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de la acumulación de vapor entre el revestimiento y la hoja principal
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración

- Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster
- Revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
 - De piezas menores de 300 mm de lado
 - Fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad
 - Disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero
 - Adaptación a los movimientos del soporte
- **Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:**

B1.- Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

 - Cámara de aire sin ventilar
 - Aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal
- **Composición de la hoja principal:**

C2.- Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

 - 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente
 - 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural
- **Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:**

H1.- Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de:

 - Ladrillo cerámico de succión $\leq 4,5$ kg/(m².min), según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006;
 - Piedra natural de absorción ≤ 2 %, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.
- **Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:**

J1.- Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja
- **Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:**

N1.- Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm

3.4.1.3.3. Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

- **Juntas de dilatación:**
 - Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

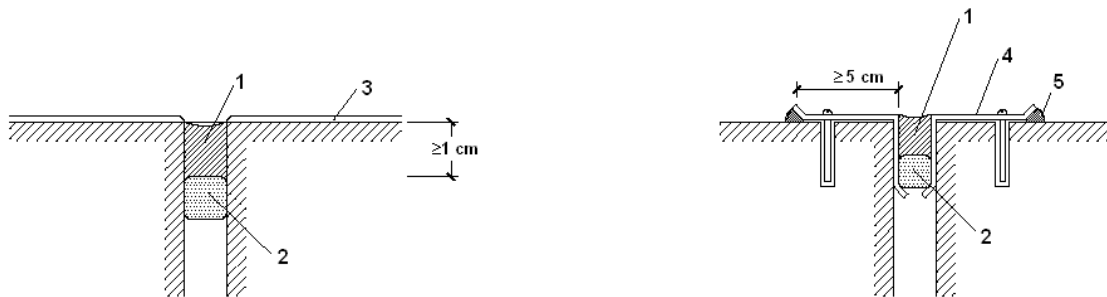
Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
de piedra natural	30
de piezas de hormigón celular en autoclave	22
de piezas de hormigón ordinario	20
de piedra artificial	20

de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)			20
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida			15
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)	
	£0,15	£0,15	30
	£0,20	£0,30	20
	£0,20	£0,50	15
	£0,20	£0,75	12
	£0,20	£1,00	8

(1) Puede interpolarse linealmente

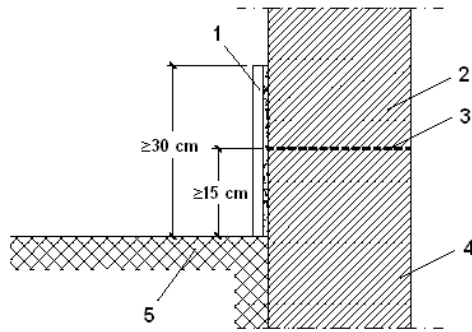
- En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).
- El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.



1. Sellante
2. Relleno
3. Enfoscado
4. Chapa metálica
5. Sellado

- **Arranque de la fachada desde la cimentación:**

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



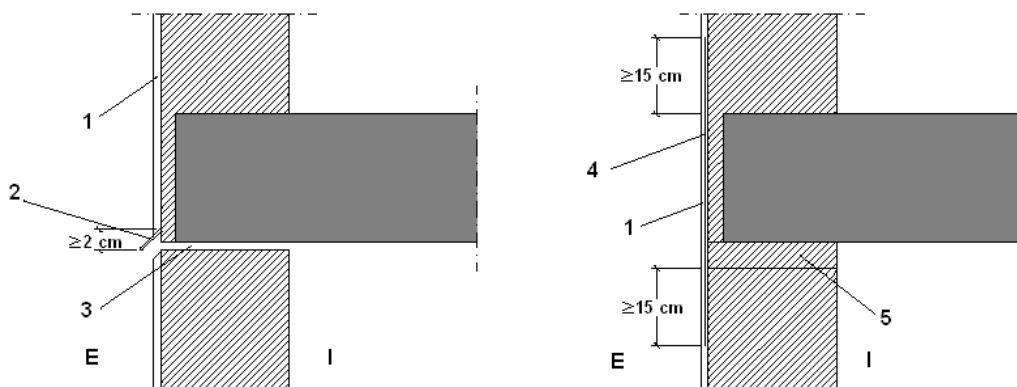
- 1.Zócalo
- 2.Fachada
- 3.Barrera impermeable
- 4.Cimentación
- 5.Suelo exterior

- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

- **Encuentros de la fachada con los forjados:**

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes (véase la siguiente figura):

- a) Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;
- b) Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

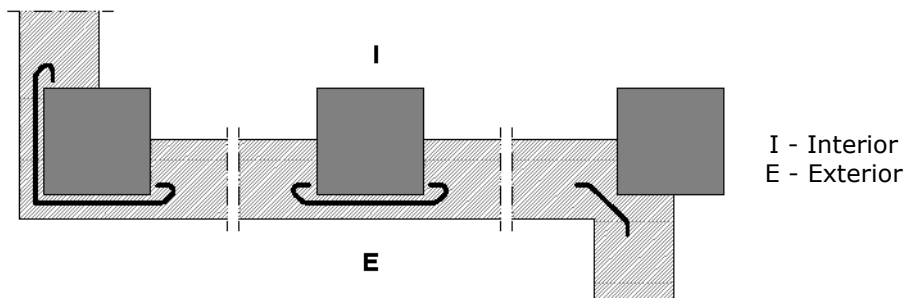


- 1. Revestimiento continuo
- 2. Perfil con goterón
- 3. Junta de desolidarización
- 4. Armadura
- 5. 1ª Hilada
- I. Interior
- E. Exterior

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

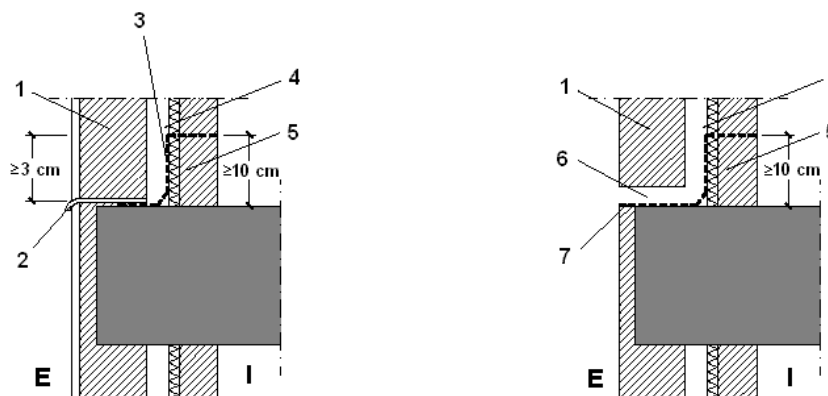
- **Encuentros de la fachada con los pilares:**

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



- **Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:**

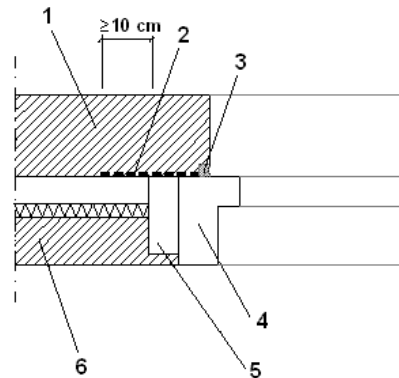
- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.
- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.
- Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:
 - a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados como máximo 1,5 m (véase la siguiente figura);
 - b) Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.



1. Hoja principal
2. Sistema de evacuación
3. Sistema de recogida
4. Cámara
5. Hoja interior
6. Llaga desprovista de mortero
7. Sistema de recogida y evacuación
- I. Interior
- E. Exterior

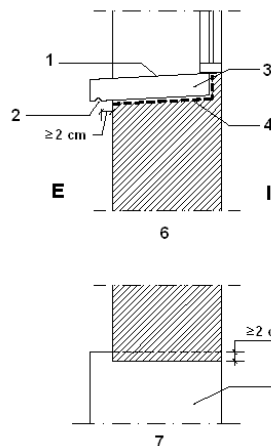
- **Encuentro de la fachada con la carpintería:**

- Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



- 1 - Hoja principal
- 2 - Barrera impermeable
- 3 - Sellado
- 4 - Cerco
- 5 - Precerco
- 6 - Hoja interior

- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.
- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).
- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



- 1 - Pendiente hacia el exterior
- 2 - Goterón
- 3 - Vierteaguas
- 4 - Barrera impermeable
- 5 - Vierteaguas
- 6 - Sección
- 7 - Planta
- I - Interior
- E - Exterior

- **Antepechos y remates superiores de las fachadas:**

- Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

- **Anclajes a la fachada:**
 - Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

- **Aleros y cornisas:**
 - Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben
 - a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;
 - b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;
 - c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.
 - En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
 - La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

3.4.1.4. CUBIERTAS INCLINADAS

3.4.1.4.1. Condiciones de las soluciones constructivas

Acabado de pizarra (Cubierta de madera)

Formación de pendientes:

Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	43.4 %

Aislante térmico ⁽¹⁾:

Material aislante térmico:	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]
Espesor:	0.2 cm ⁽²⁾
Barrera contra el vapor:	Cloruro de polivinilo [PVC]

Tipo de impermeabilización:

Descripción:	Sistema de placas
--------------	--------------------------

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

- **Sistema de formación de pendientes:**
 - El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
 - Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

- **Aislante térmico:**
 - El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
 - Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
 - Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

- **Capa de impermeabilización:**
 - Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
 - Impermeabilización con un sistema de placas:
 - El solapo de las placas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- **Tejado:**
 - Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Acabado de pizarra (Cubierta de madera)

Formación de pendientes:

Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	47.6 %

Aislante térmico ⁽¹⁾:

Material aislante térmico:	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]
Espesor:	0.2 cm ⁽²⁾
Barrera contra el vapor:	Cloruro de polivinilo [PVC]

Tipo de impermeabilización:

Descripción:	Sistema de placas
--------------	--------------------------

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

- **Sistema de formación de pendientes:**
 - El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
 - Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

- **Aislante térmico:**
 - El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
 - Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
 - Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.
- **Capa de impermeabilización:**
 - Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
 - Impermeabilización con un sistema de placas:
 - El solapo de las placas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.
- **Tejado:**
 - Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Acabado de pizarra (Cubierta de madera)

Formación de pendientes:

Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	41.3 %

Aislante térmico ⁽¹⁾:

Material aislante térmico:	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]
Espesor:	0.2 cm ⁽²⁾
Barrera contra el vapor:	Cloruro de polivinilo [PVC]

Tipo de impermeabilización:

Descripción:	Sistema de placas
--------------	--------------------------

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

- **Sistema de formación de pendientes:**
 - El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
 - Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

- **Aislante térmico:**
 - El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
 - Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
 - Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

- **Capa de impermeabilización:**
 - Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
 - Impermeabilización con un sistema de placas:
 - El solapo de las placas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- **Tejado:**
 - Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Acabado de pizarra (Cubierta de madera)

Formación de pendientes:

Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	45.6 %

Aislante térmico ⁽¹⁾:

Material aislante térmico:	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]
Espesor:	0.2 cm ⁽²⁾
Barrera contra el vapor:	Cloruro de polivinilo [PVC]

Tipo de impermeabilización:

Descripción:	Sistema de placas
--------------	--------------------------

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

- **Sistema de formación de pendientes:**
 - El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
 - Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

- **Aislante térmico:**
 - El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
 - Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
 - Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

- **Capa de impermeabilización:**
 - Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
 - Impermeabilización con un sistema de placas:
 - El solapo de las placas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- **Tejado:**
 - Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

Acabado de pizarra (Cubierta de madera)

Formación de pendientes:

Descripción:	Tablero multicapa sobre entramado estructural
Pendiente:	52.8 %

Aislante térmico ⁽¹⁾:

Material aislante térmico:	MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]
Espesor:	0.2 cm ⁽²⁾
Barrera contra el vapor:	Cloruro de polivinilo [PVC]

Tipo de impermeabilización:

Descripción:	Sistema de placas
--------------	--------------------------

Notas:

⁽¹⁾ Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

⁽²⁾ Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

- **Sistema de formación de pendientes:**
 - El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
 - Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

- **Aislante térmico:**
 - El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
 - Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
 - Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

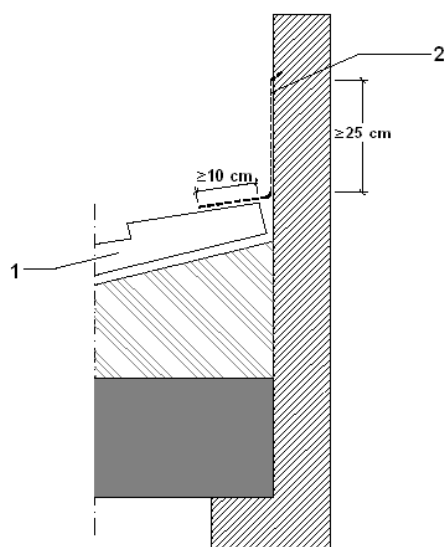
- **Capa de impermeabilización:**
 - Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
 - Impermeabilización con un sistema de placas:
 - El solapo de las placas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- **Tejado:**
 - Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas, pizarra, placas, etc. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.
 - Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio.

3.4.1.4.2. Puntos singulares de las cubiertas inclinadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

- **Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:**
 - En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
 - Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas.
 - Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón y realizarse según lo dispuesto en el apartado 2.4.4.2.9 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.
 - Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro (véase la siguiente figura).



1 - Piezas de tejado
2 - Elemento de protección del paramento vertical

- **Alero:**

- Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo y media pieza como máximo del soporte que conforma el alero.
- Cuando el tejado sea de pizarra o de teja, para evitar la filtración de agua a través de la unión de la primera hilada del tejado y el alero, debe realizarse en el borde un recalce de asiento de las piezas de la primera hilada de tal manera que tengan la misma pendiente que las de las siguientes, o debe adoptarse cualquier otra solución que produzca el mismo efecto.

- **Borde lateral:**

- En el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.

- **Limahoyas:**

- En las limahoyas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya.
- La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm. como mínimo.

- **Cumbreras y limatesas:**

- En las cumbreras y limatesas deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.
- Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse.
- Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.

- **Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:**

- Los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoyas.
- La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.
- En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

- **Lucernarios:**

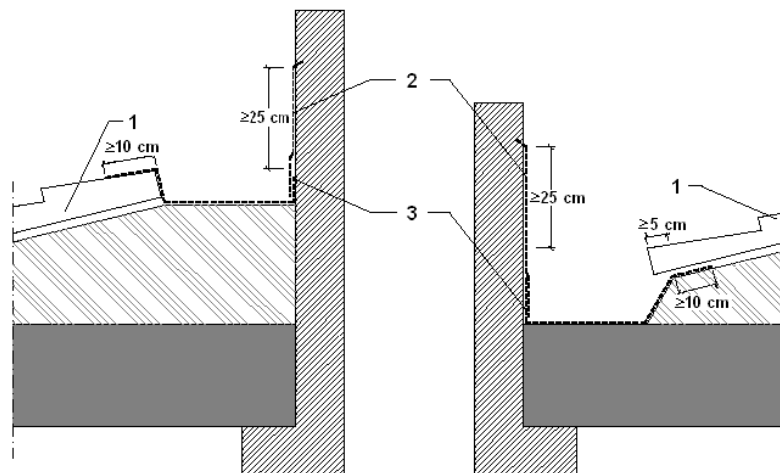
- Deben impermeabilizarse las zonas del faldón que estén en contacto con el precerco o el cerco del lucernario mediante elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- En la parte inferior del lucernario, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro y en la superior por debajo y prolongarse 10 cm como mínimo.

- **Anclaje de elementos:**

- Los anclajes no deben disponerse en las limahoyas.
- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

- **Canalones:**

- Para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.
- Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.
- Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.
- Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.
- Elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (véase la siguiente figura).



1. Piezas de tejado
2. Elemento de protección del paramento vertical
3. Elemento de protección del canalón

- Cuando el canalón esté situado junto a un paramento vertical deben disponerse:

- a) Cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (véase la siguiente figura);
- b) Cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (véase la siguiente figura)

- Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que:

- a) El ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo;
- b) La separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo.
- c) El ala inferior del canalón debe ir por encima de las piezas del tejado

3.4.2. **DB-HS-2. RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS**

Exigencia básica HS2: el edificio dispondrá de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados de forma acorde con el sistema público de recogida de modo que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, su recogida selectiva y posterior gestión.

3.4.2.1. **ESPACIO DE ALMACENAMIENTO INMEDIATO EN LA VIVIENDA**

- a) Deben disponerse en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella
- b) El espacio de almacenamiento de cada fracción debe tener una superficie en planta no menor que 30x30 cm y debe ser igual o mayor que 45 dm³.
- c) En el caso de viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente, para las fracciones de papel / cartón y vidrio, puede utilizarse como espacio de almacenamiento inmediato el almacén de contenedores del edificio.
- d) Los espacios destinados a materia orgánica y envases ligeros deben disponerse en la cocina o en zonas anejas auxiliares.
- e) Estos espacios deben disponerse de tal forma que el acceso a ellos pueda realizarse sin que haya necesidad de recurrir a elementos auxiliares y que el punto más alto esté situado a una altura no mayor que 1,20 m por encima del nivel del suelo.
- f) El acabado de la superficie de cualquier elemento que esté situado a menos de 30 cm de los límites del espacio de almacenamiento debe ser impermeable y fácilmente lavable.

Cálculo de la capacidad mínima de almacenamiento

[2 dormitorios dobles y 2 dormitorios sencillos]			
Fracción	CA ⁽¹⁾ (l/persona)	P _v ⁽²⁾ (ocupantes)	Capacidad (l)
Papel / cartón	10.85	6	65.10
Envases ligeros	7.80	6	46.80
Materia orgánica	3.00	6	45.00
Vidrio	3.36	6	45.00
Varios	10.50	6	63.00
Capacidad mínima total			264.90
<i>Notas:</i>			
<i>(1) CA, coeficiente de almacenamiento (l/persona), cuyo valor para cada fracción se obtiene de la tabla 2.3 del DB HS 2.</i>			
<i>(2) P_v, número estimado de ocupantes habituales del edificio, que equivale a la suma del número total de dormitorios sencillos y el doble de número total de dormitorios dobles.</i>			

3.4.3. DB-HS-3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Exigencia básica HS 3: el edificio dispondrá de los medios necesarios para que sus recintos se ventilen adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan durante el uso normal del edificio, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

3.4.3.1. ABERTURAS DE VENTILACIÓN

3.4.3.1.1. Ventilación mecánica

Vivienda unifamiliar (Sótano)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación					
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Salón (Salón / Comedor)	Seco	47.9	6	10.0	10.0	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						P	10.0	80.0	80.0	Holgura	
									145.0	725x20x82	
Distribuidor 3 (Baño / Aseo)	Húmedo	16.6	-	8.0	10.0	P	10.0	80.0	80.0	Holgura	
						E	10.0	40.0	145.0	725x20x82	
									225.0	150x33x150	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil					Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.					qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.					Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)					Areal	Área real de la abertura.				

Vivienda unifamiliar (Sótano)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación					
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Cuarto de instalaciones (Baño / Aseo)	Húmedo	8.4	-	8.0	0.0	E	8.0	32.0	225.0	150x33x150	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil					Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)				
No	Número de ocupantes.					qa	Caudal de ventilación de la abertura.				
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.					Amin	Área mínima de la abertura.				
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)					Areal	Área real de la abertura.				

Vivienda unifamiliar (Sótano)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación					
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Bodega (Baño / Aseo)	Húmedo	8.6	-	8.0	0.0	E	8.0	32.0	225.0	150x33x150	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil		Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)							
No	Número de ocupantes.		qa	Caudal de ventilación de la abertura.							
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.		Amin	Área mínima de la abertura.							
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)		Areal	Área real de la abertura.							

Vivienda unifamiliar (Sótano)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación					
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Almacenaje 2 (Baño / Aseo)	Húmedo	9.4	-	8.0	0.0	E	8.0	32.0	225.0	150x33x150	
Abreviaturas utilizadas											
Au	Área útil		Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)							
No	Número de ocupantes.		qa	Caudal de ventilación de la abertura.							
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.		Amin	Área mínima de la abertura.							
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)		Areal	Área real de la abertura.							

Vivienda unifamiliar (Planta baja)

Cálculo de las aberturas de ventilación											
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación					
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Salón- comedor (Salón / Comedor)	Seco	30.5	6	10.0	27.6	A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						A	10.0	40.0	124.8	312x100x40	
						A	7.6	30.2	124.8	312x100x40	
						P	3.6	70.0	82.5	Holgura	
						P	24.0	192.0	82.5	Holgura	
							145.0	725x20x82			
Dormitorio principal 1 (Dormitorio)	Seco	17.2	2	8.0	8.2	A	8.2	32.9	124.8	312x100x40	
						P	0.2	70.0	82.5	Holgura	
						P	8.0	70.0	82.5	Holgura	
Dormitorio 1 (Dormitorio)	Seco	8.3	1	4.0	4.2	A	4.2	16.9	124.8	312x100x40	
						P	4.2	70.0	82.5	Holgura	
Cocina (Cocina)	Húmedo	30.3	-	8.0	8.0	P	8.0	70.0	82.5	Holgura	
						E	8.0	32.0	122.7	Ø 125	
Baño 2 (Baño / Aseo)	Húmedo	5.1	-	8.0	8.0	P	8.0	70.0	82.5	Holgura	
						E	8.0	32.0	225.0	150x33x150	

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Baño 3 (Baño / Aseo)	Húmedo	5.7	-	8.0	8.0	P	8.0	70.0	82.5	Holgura
						E	8.0	32.0	225.0	150x33x150
Baño 1 (Baño / Aseo)	Húmedo	4.8	-	8.0	8.0	P	8.0	70.0	82.5	Holgura
						E	8.0	32.0	225.0	150x33x150
Lavandería (Baño / Aseo)	Húmedo	2.6	-	8.0	8.0	P	8.0	70.0	82.5	Holgura
						E	8.0	32.0	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil			Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)					
No	Número de ocupantes.			qa	Caudal de ventilación de la abertura.					
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.			Amin	Área mínima de la abertura.					
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)			Areal	Área real de la abertura.					

Vivienda unifamiliar (Planta 1)

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Tipo	Au (m ²)	No	qv (l/s)	qe (l/s)	Aberturas de ventilación				
						Tab	qa (l/s)	Amin (cm ²)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Dormitorio principal 2 (Dormitorio)	Seco	18.8	2	8.0	8.0	A	8.0	32.0	124.8	312x100x40
						P	8.0	70.0	82.5	Holgura
Dormitorio 2 (Dormitorio)	Seco	14.7	1	4.0	4.0	A	4.0	16.0	124.8	312x100x40
						P	4.0	70.0	82.5	Holgura
Baño 4 (Baño / Aseo)	Húmedo	5.7	-	8.0	12.0	P	12.0	96.0	82.5	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	12.0	48.0	225.0	150x33x150
Abreviaturas utilizadas										
Au	Área útil			Tab	Tipo de abertura (A: admisión, E: extracción, P: paso, M: mixta)					
No	Número de ocupantes.			qa	Caudal de ventilación de la abertura.					
qv	Caudal de ventilación mínimo exigido.			Amin	Área mínima de la abertura.					
qe	Caudal de ventilación equilibrado (+/- entrada/salida de aire)			Areal	Área real de la abertura.					

3.4.3.2. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

3.4.3.2.1. Ventilación mecánica

- Conductos de extracción

1-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
1-VEM - 1.1	50.0	125.0	143.1	135	13.5	3.5	0.2	0.2	0.041
1.1 - 1.2	34.0	85.0	122.7	125	12.5	2.8	3.0	3.0	0.410
1.2 - 1.3	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	0.3	0.3	0.009
1.2 - 1.4	10.0	25.0	78.5	100	10.0	1.3	1.2	1.2	0.050
1.2 - 1.5	16.0	40.0	78.5	100	10.0	2.0	2.8	2.8	0.285
1.5 - 1.6	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	0.8	0.8	0.023
1.5 - 1.7	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	2.9	2.9	0.082
1.1 - 1.8	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	0.4	0.4	0.012
1.1 - 1.9	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	0.4	0.4	0.012
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad			
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano			
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo			
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga			

2-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
2-VEM - 2.1	16.0	40.0	78.5	100	10.0	2.0	0.2	0.2	0.022
2.1 - 2.2	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	0.6	0.6	0.016
2.1 - 2.3	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	1.2	1.2	0.032
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad			
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano			
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo			
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga			

3-VEM

Cálculo de conductos									
Tramo	qv (l/s)	Sc (cm ²)	Sreal (cm ²)	Dimensiones (mm)	De (cm)	v (m/s)	Lr (m)	Lt (m)	J (mm.c.a.)
3-VEM - 3.1	20.0	50.0	78.5	100	10.0	2.5	1.1	1.1	0.167
3.1 - 3.2	8.0	20.0	78.5	100	10.0	1.0	2.9	2.9	0.082
3.1 - 3.3	12.0	30.0	78.5	100	10.0	1.5	2.7	2.7	0.163
Abreviaturas utilizadas									
qv	Caudal de aire en el conducto				v	Velocidad			
Sc	Sección calculada				Lr	Longitud medida sobre plano			
Sreal	Sección real				Lt	Longitud total de cálculo			
De	Diámetro equivalente				J	Pérdida de carga			

3.4.3.3. ASPIRADORES HÍBRIDOS, ASPIRADORES MECÁNICOS Y EXTRACTORES

3.4.3.3.1. Ventilación mecánica

Cálculo de aspiradores		
Referencia	Caudal (l/s)	Presión (mm.c.a.)
1-VEM	50.0	1.837
2-VEM	16.0	1.073
3-VEM	20.0	1.349

3.4.4. DB-HS-4 SUMINISTRO DE AGUA

Se provee a la vivienda de los medios necesarios para el correcto suministro de agua de manera que sea apta para el consumo y cuente con los caudales suficientes como para evitar retornos o atascos que alteren sus condiciones higiénicas.

3.4.4.1. REDES DE DISTRIBUCIÓN

3.4.4.1.1. Condiciones mínimas de suministro

La instalación debe suministrar a los aparatos del equipamiento higiénico los caudales de agua fría y agua caliente sanitaria (A.C.S.) que figuran en la siguiente tabla.

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (m ³ /h)	Q _{min} A.C.S. (m ³ /h)	P _{min} (m.c.a.)
Fregadero doméstico	0.72	0.360	12
Lavavajillas doméstico	0.54	0.360	12
Lavadora doméstica	0.72	0.540	12
Lavabo	0.36	0.234	12
Ducha	0.72	0.360	12
Inodoro con cisterna	0.36	-	12
Bañera de 1,40 m o más	1.08	0.720	12
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría		P _{min} Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 40 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C, excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda, siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

3.4.4.1.2. Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la instalación y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción	
	D: Diámetro [mm]
	Re: Número de Reynolds
	ε: Rugosidad absoluta

Pérdidas de carga	
	ε_r : Rugosidad relativa
	D: Diámetro [mm]
	Re: Número de Reynolds
	L: Longitud [m]
	v: Velocidad [m/s]
	g: Aceleración de la gravedad [m/s ²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que permiten compatibilizar su buen funcionamiento y la economía de costes.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo y para ello se ha partido del circuito más desfavorable, que es el que sufre la mayor pérdida de presión por el rozamiento y por su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al siguiente procedimiento:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

Montantes e instalación interior	
	Q _c : Caudal simultáneo
	Q _t : Caudal bruto

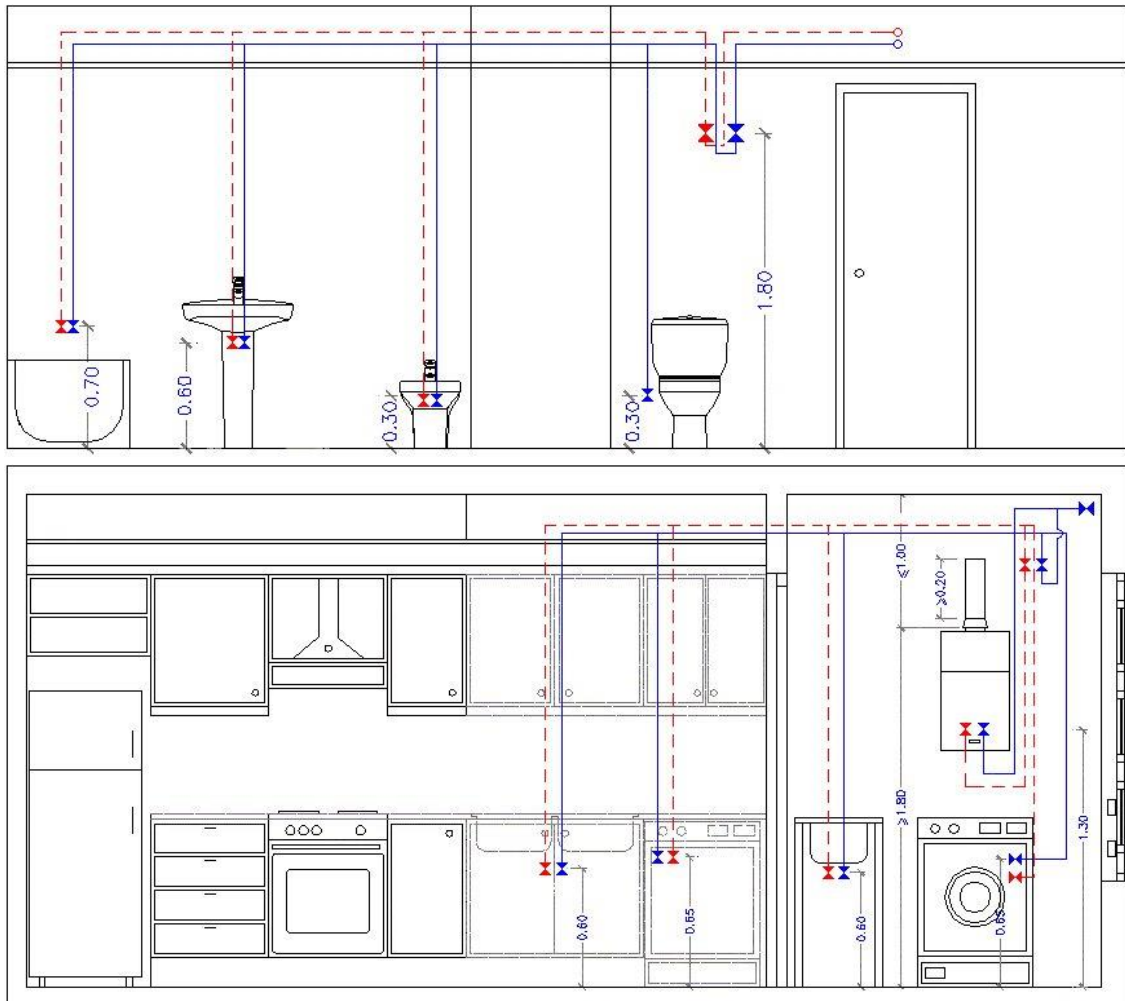
- Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0.50 y 1.50 m/s.
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 2.50 m/s.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

3.4.4.1.3. Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- Se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

3.4.4.1.4. Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace



Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Fregadero doméstico	---	16
Lavavajillas doméstico	---	16
Lavadora doméstica	---	20
Lavabo	---	16
Ducha	---	16
Inodoro con cisterna	---	16
Bañera de 1,40 m o más	---	20

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

3.4.4.2. REDES DE AGUA CALIENTE SANITARIA

3.4.4.2.1. Redes de impulsión

Para las redes de impulsión de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

3.4.4.2.2. Redes de retorno

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso, no recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 ^{1/4}	1100
1 ^{1/2}	1800
2	3300

3.4.4.2.3. Aislamiento térmico

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el 'Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)' y sus 'Instrucciones Técnicas complementarias (ITE)'.

3.4.4.2.4. Dilatadores

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

3.4.4.2.5. Equipos, elementos y dispositivos de la instalación

- Contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

3.4.4.2.6. Dimensionado

- Acometidas

Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua, de 1,03 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora (Viaqua), con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido, sin uniones o empalmes intermedios no registrables.

Está servida por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de una zanja previamente excavada; collarín de toma en carga, colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadrado colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad; alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
1-2	1.03	1.24	8.46	0.37	3.10	0.30	28.00	32.00	1.40	0.11	39.50	39.09
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

- Tubos de alimentación

Instalación de alimentación de agua potable de 1,39 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
2-3	1.39	1.67	8.46	0.37	3.10	-0.30	27.30	25.00	1.47	0.17	35.09	34.72
Abreviaturas utilizadas												
L _r	Longitud medida sobre planos						D _{int}	Diámetro interior				
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})						D _{com}	Diámetro comercial				
Q _b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)						P _{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P _{sal}	Presión de salida				

3.4.4.2.7. Instalaciones particulares

Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento; formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 20 mm (22.12 m), 25 mm (5.71 m), 32 mm (0.26 m).

Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	0.26	0.31	8.46	0.37	3.10	0.00	26.20	32.00	1.60	0.04	34.72	34.69
4-5	Instalación interior (F)	1.13	1.35	6.05	0.43	2.60	0.00	20.40	25.00	2.21	0.40	34.69	34.28
5-6	Instalación interior (F)	2.26	2.72	4.36	0.50	2.17	1.30	20.40	25.00	1.85	0.58	34.28	32.41
6-7	Instalación interior (C)	2.31	2.78	4.36	0.50	2.17	-1.30	20.40	25.00	1.85	0.59	31.41	32.12
7-8	Instalación interior (C)	7.34	8.81	2.81	0.60	1.69	0.00	16.20	20.00	2.28	3.70	32.12	28.41
8-9	Instalación interior (C)	8.09	9.71	0.95	0.89	0.85	5.30	16.20	20.00	1.14	1.15	28.41	21.47
9-10	Cuarto húmedo (C)	1.38	1.65	0.95	0.89	0.85	0.00	16.20	20.00	1.14	0.20	21.47	21.27
10-11	Puntal (C)	5.31	6.38	0.72	1.00	0.72	-1.90	16.20	20.00	0.97	0.56	21.27	22.61
Abreviaturas utilizadas													
T _{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D _{int}	Diámetro interior						
L _r	Longitud medida sobre planos					D _{com}	Diámetro comercial						
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})					v	Velocidad						
Q _b	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P _{ent}	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)					P _{sal}	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: Unifamiliar (Vivienda)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Bag): Bañera de 1,40 m o más													

3.4.4.2.8. Producción de A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q _{cal} (m ³ /h)
Unifamiliar	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 200 l, potencia 2,2 kW, de 1570 mm de altura y 513 mm de diámetro.	2.17
Abreviaturas utilizadas		
Q _{cal}	Caudal de cálculo	

3.4.4.2.9. Bombas de circulación

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q _{cal} (m ³ /h)	P _{cal} (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga de hierro fundido y tres velocidades Potencia: 0,071 kW	0.24	0.63
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P _{cal}	Presión de cálculo
Q _{cal}	Caudal de cálculo		

3.4.4.2.10. Aislamiento térmico

- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.
- Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

3.4.4.3. EJECUCIÓN

La instalación de suministro de agua se ejecutará conforme el proyecto, la legislación aplicable, las normas de la buena construcción y las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas y elementos apropiados para mantener las cualidades del agua suministrada y en ningún caso se incumplirán los parámetros fijados por el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

3.4.4.3.1. Redes de tuberías

- Condiciones generales

La ejecución de la red de tuberías mantendrá los objetivos establecidos en el proyecto, sin causar deterioros ni daños al resto del edificio, conservando las características de potabilidad y aptitud para el consumo del agua de suministro y estableciendo las condiciones precisas para la conservación y el mantenimiento de la instalación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábricas, prefabricadas o realizadas al efecto; por techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. De no ser posible se realizarán rozas en paramentos con espesor adecuado sin que en ningún caso se permita empotrarlas en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Si tuvieran que discurrir por conductos, se procurará su correcta ventilación y dispondrán de un sistema de vaciado.

Las tuberías vistas que por su ubicación y trazado pudieran estar expuestas a sufrir daños o golpes fortuitos, deberán estar protegidas convenientemente.

Las tuberías de suministro que discurran bajo tierra deberán estar cuidadosamente protegidas de la formación de hielo interno, de los esfuerzos mecánicos y de la corrosión. Nunca se instalarán sin un adecuado revestimiento protector y, eventualmente, se equiparán con un sistema de protección catódica que evite la corrosión galvánica mediante ánodos de sacrificio o sistema de corriente impresa.

- **Uniones y juntas**

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos y, en tuberías enterradas, mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de acero galvanizado o cincado, las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE EN 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

3.4.4.3.2. Protecciones

- **Protección contra la corrosión**

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de toda clase de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpen la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos y curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero: revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o de alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre: revestimiento de plástico.
- Para tubos de fundición: revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, betún, láminas de poliuretano o cincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento. Los que transporten de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurran por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurran por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de una adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.

Para la corrosión por el uso de materiales distintos, se aplicará lo especificado en el apartado 'Incompatibilidad de materiales'.

Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el apartado 'Incompatibilidad de los materiales y el agua'.

- **Protección contra las condensaciones**

Tanto en tuberías empotradas u ocultas, como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero sí con capacidad de actuación como barrera frente al vapor, que evite los daños

que esas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Este elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo utilizarse el mismo elemento para ambas protecciones.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

- **Protecciones térmicas**

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente la red con un aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

- **Protección contra esfuerzos mecánicos**

Cuando una tubería deba atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos mecánicos perjudiciales, lo hará dentro de una funda de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando, en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de protegerlo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm.

Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de éstos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

- **Protección contra ruidos**

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el Documento Básico HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones, estarán situados en zonas comunes;
- A la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y a su lugar de instalación;

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades comprendidas entre 1,5 y 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

3.4.4.3.3. Accesorios

- **Grapas y abrazaderas**

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Las grapas y abrazaderas serán siempre de fácil montaje y desmontaje, además de actuar como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

- **Soportes**

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de

empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas, se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

3.4.4.4. SISTEMAS DE MEDICIÓN DEL CONSUMO. CONTADORES

3.4.4.4.1. Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.

Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

3.4.4.4.2. Contadores individuales aislados

Se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos en el apartado anterior en cuanto a sus condiciones de ejecución. En cualquier caso, este alojamiento dispondrá de desagüe capaz para el caudal máximo contenido en este tramo de la instalación, conectado, o bien a la red general de evacuación del edificio, o bien con una red independiente que recoja todos ellos y la conecte con dicha red general.

3.4.4.5. SISTEMAS DE CONTROL DE PRESIÓN

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.

Se instalarán libres de presiones y preferiblemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.

Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión, debe disponerse en su lado de salida, como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que, por un cierre incompleto del reductor, serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

3.4.4.6. INSTALACIÓN DE FILTROS, DOSIFICADORES Y DESCALCIFICADORES

3.4.4.6.1. Instalación de filtros

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deben instalarse únicamente filtros adecuados.

En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición para evitar la transferencia de materias sólidas en los tramos de conducción existentes.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.

Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

3.4.4.6.2. Instalación de aparatos dosificadores

Sólo deben instalarse aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de dosificación detrás de la instalación de contador y, en caso de existir, detrás del filtro y del reductor de presión.

Si sólo ha de tratarse el agua potable para la producción de A.C.S., entonces se instala delante del grupo de válvulas en la alimentación de agua fría al generador de A.C.S.

3.4.4.6.3. Montaje de los equipos de descalcificación

La tubería para la evacuación del agua de enjuagado y regeneración debe conectarse con salida libre.

Cuando se deba tratar toda el agua potable dentro de una instalación, se instalará el aparato de descalcificación detrás de la instalación de contador y del filtro incorporado y delante de un aparato de dosificación eventualmente existente.

Cuando sólo deba tratarse el agua potable para la producción de A.C.S., entonces se instalará delante del grupo de válvulas, en la alimentación de agua fría al generador de A.C.S.

Cuando sea pertinente, se mezclará el agua descalcificada con agua dura para obtener la adecuada dureza de la misma.

Cuando se monte un sistema de tratamiento electrolítico del agua mediante ánodos de aluminio, se instalará en el último acumulador de A.C.S. de la serie, como especifica la norma UNE 112076:2004.

3.4.4.7. PUESTA EN SERVICIO

3.4.4.7.1. Pruebas y ensayos de las instalaciones

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá en funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

- Para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:2004;
- Para las tuberías termoplásticas y multicapa se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al método A descrito en la norma UNE ENV 12 108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

3.4.4.7.2. Pruebas particulares de la instalación de A.C.S.

En las instalaciones de preparación de A.C.S. se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua;
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad;
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más

- alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas;
- Medición de temperaturas de la red;
- Con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3°C a la de salida del acumulador.

3.4.4.8. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

3.4.4.8.1. Condiciones generales de los materiales

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

- todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;
- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;
- serán resistentes a la corrosión interior;
- serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
- no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;
- deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

3.4.4.8.2. Condiciones particulares de los materiales

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- tubos de acero galvanizado, según norma UNE 19 047:1996;
- tubos de cobre, según norma UNE EN 1 057:1996;
- tubos de acero inoxidable, según norma UNE 19 049-1:1997;
- tubos de fundición dúctil, según norma UNE EN 545:1995;
- tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según norma UNE-EN ISO 1452:2010;
- tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según norma UNE EN ISO 15877:2004;
- tubos de polietileno (PE), según norma UNE EN 12201:2003;
- tubos de polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 15875:2004;
- tubos de polibutileno (PB), según norma UNE EN ISO 15876:2004;
- tubos de polipropileno (PP), según norma UNE EN ISO 15874:2004;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según norma UNE EN ISO 21003;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 21003.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

El A.C.S. se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá, por tanto, con todos los requisitos al respecto.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

3.4.4.8.3. Aislantes térmicos

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, y evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

3.4.4.8.4. Válvulas y llaves

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento.

Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

3.4.4.9. INCOMPATIBILIDADES

3.4.4.10. INCOMPATIBILIDAD DE LOS MATERIALES Y EL AGUA

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se considerarán agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO₂. Para su valoración se empleará el índice de Lucey.

Para los tubos de acero galvanizado, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 - 4.500	2.200 - 4.500
Título alcalimétrico completo	1.60 mínimo	1.60 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4.00 mínimo	-
CO ₂ libre, mg/l	30.00 máximo	15.00 máximo
CO ₂ agresivo, mg/l	5.00 máximo	-
Calcio (Ca ²⁺), mg/l	32.00 mínimo	32.00 mínimo
Sulfatos (SO ₄ ²⁻), mg/l	150.00 máximo	96.00 máximo
Cloruros (Cl ⁻), mg/l	100.00 máximo	71.00 máximo
Sulfatos + Cloruros meq/l	-	3.00 máximo

Para los tubos de cobre, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7.00 mínimo
CO ₂ libre, mg/l	no concentraciones altas
Índice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Para las tuberías de acero inoxidable, la calidad se seleccionará en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el acero AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el acero AISI-316.

3.4.4.11. INCOMPATIBILIDAD ENTRE MATERIALES

3.4.4.11.1. Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu^+ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de A.C.S. de cobre colocados antes de canalizaciones de acero.

Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

3.4.4.12. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

3.4.4.12.1. Interrupción del servicio

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

3.4.4.12.2. Nueva puesta en servicio

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación, se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;
- una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

3.4.4.12.3. Mantenimiento de las instalaciones

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas y unidades terminales que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y

mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

3.4.5. DB-HS-5 EVACUACIÓN DE AGUAS

Exigencia básica HS-5: el edificio dispondrá de medios adecuados para evacuar las aguas residuales generadas, de forma independiente o junto con las precipitaciones atmosféricas y esorrentías.

3.4.5.1. LEGISLACIÓN APLICABLE

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el Documento Básico HS Salubridad, así como la norma de cálculo UNE EN 12056 y las normas de especificaciones técnicas de ejecución UNE EN 752 y UNE EN 476.

3.4.5.2. CONDICIONES GENERALES DE EVACUACIÓN

Los colectores del edificio operarán, preferentemente, por gravedad en la arqueta general o pozo que constituya, a través de la pertinente acometida, el enlace de unión entre la instalación de evacuación y la red pública de alcantarillado.

3.4.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.4.5.3.1. Tuberías para aguas residuales

- **Red de pequeña evacuación**

Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

- **Bajantes**

Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, de PVC, unión pegada con adhesivo.

- **Colectores**

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

- **Acometida**

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

3.4.5.3.2. Tuberías para aguas pluviales

- **Canalones y bajantes**

Canalón cuadrado de zinctitanio, natural, según UNE-EN 988.

Tubo bajante circular de zinctitanio natural, electrosoldado por alta frecuencia, según UNE-EN 988.

- **Colectores**

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

- **Acometida**

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

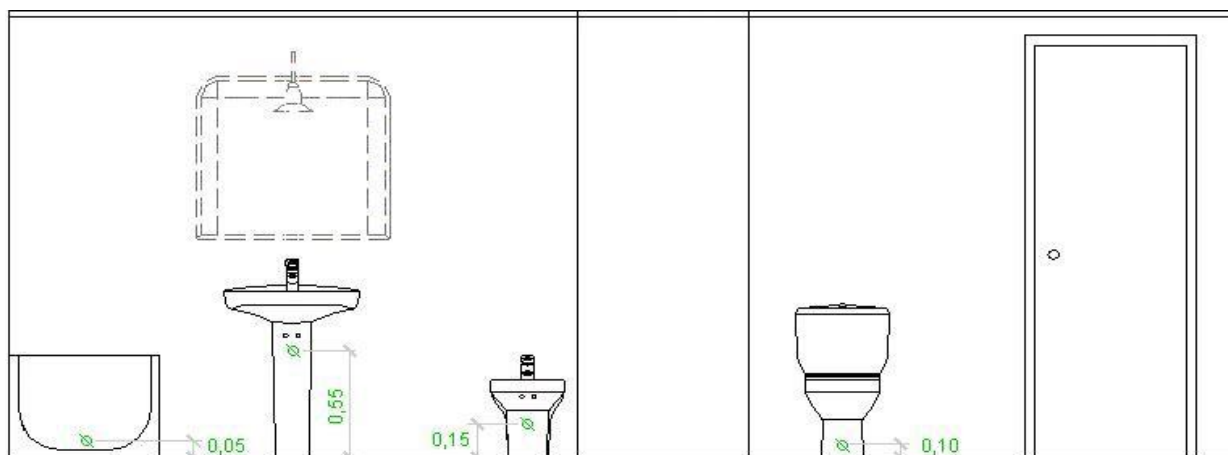
3.4.5.4. CÁLCULOS

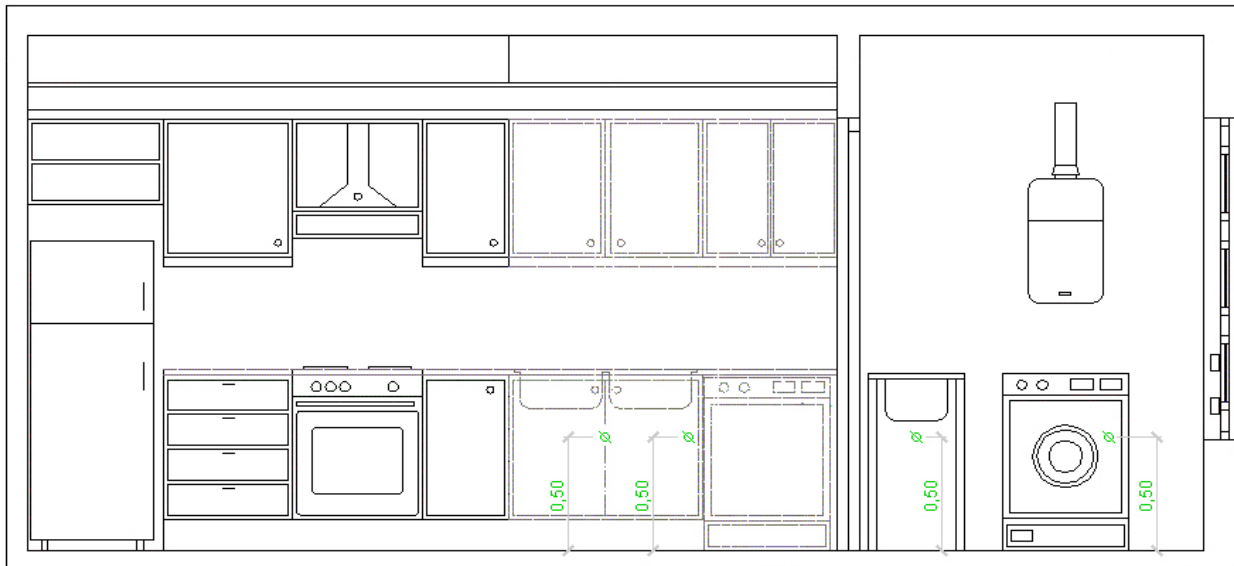
3.4.5.4.1. Red de aguas residuales. Red de pequeña evacuación

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la siguiente tabla, en función del uso (privado o público).

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario con pedestal	-	4	-	50
Urinario suspendido	-	2	-	40
Urinario en batería	-	3.5	-	-
Fregadero doméstico	3	6	40	50
Fregadero industrial	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero	1	3	40	50
Lavavajillas doméstico	3	6	40	50
Lavadora doméstica	3	6	40	50
Cuarto de baño (Inodoro con cisterna)	7	-	100	-
Cuarto de baño (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con cisterna)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-

Los diámetros indicados en la tabla son válidos para ramales individuales cuya longitud no sea superior a 1,5 m.





- Ramales colectores

Para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente:

Diámetro(mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
100	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

- Bajantes

El dimensionado de las bajantes se ha realizado de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de unidades de desagüe y el diámetro que le corresponde a la bajante, siendo el diámetro de la misma constante en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar desde cada ramal en la bajante:

Diámetro(mm)	Máx. número de UDs, para una altura de bajante de:		Máx. número de UDs, en cada ramal, para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9

75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	2240	1120	400
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.4 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

- Colectores

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente:

Diámetro(mm)	Máximo número de UDSPendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3520	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	1000	1200
		0	0

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.5 (CTE DB HS 5), garantizan que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no supera la mitad de la sección transversal de la tubería.

3.4.5.4.2. Red de aguas pluviales. Red de pequeña evacuación

El número mínimo de sumideros, en función de la superficie en proyección horizontal de la cubierta a la que dan servicio, se ha calculado mediante la siguiente tabla:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 £ S < 200	3
200 £ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

- Canalones

El diámetro nominal del canalón con sección semicircular de evacuación de aguas pluviales, para una intensidad pluviométrica dada (100 mm/h), se obtiene de la tabla siguiente, a partir de su pendiente y de la superficie a la que da servicio:

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²) Pendiente del canalón				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Se ha aplicado el siguiente factor de corrección a las superficies equivalentes:

	f: factor de corrección
	i: intensidad pluviométrica considerada

La sección rectangular es un 10% superior a la obtenida como sección semicircular.

- Bajantes

El diámetro correspondiente a la superficie en proyección horizontal servida por cada bajante de aguas pluviales se ha obtenido de la tabla siguiente.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.8 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Régimen pluviométrico: 90 mm/h

Igual que en el caso de los canalones, se aplica el factor 'f' correspondiente.

- Colectores

El diámetro de los colectores de aguas pluviales para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se ha obtenido, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve, de la siguiente tabla:

Superficie proyectada (m ²) Pendiente del colector			Diámetro nominal del colector (mm)
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	3850	250
2016	4589	6500	315

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.9 (CTE DB HS 5), garantizan que, en régimen permanente, el agua ocupa la totalidad de la sección transversal de la tubería.

3.4.5.4.3. Redes de ventilación

- Ventilación primaria

La ventilación primaria tiene el mismo diámetro que el de la bajante de la que es prolongación, independientemente de la existencia de una columna de ventilación secundaria. Se mantiene así la protección del cierre hidráulico.

3.4.5.4.4. Dimensionamiento hidráulico

El caudal se ha calculado mediante la siguiente formulación:

Residuales (UNE-EN 12056-2)	
	Q _{tot} : caudal total (l/s)
	Q _{ww} : caudal de aguas residuales (l/s)
	Q _c : caudal continuo (l/s)
	Q _p : caudal de aguas residuales bombeado (l/s)
	K: coeficiente por frecuencia de uso
	Sum(UD): suma de las unidades de descarga

Pluviales (UNE-EN 12056-3)	
	Q: caudal (l/s)
	r: nivel de llenado
	I: intensidad (l/s.m ²)
	A: área (m ²)

Las tuberías horizontales se han calculado empleando el coeficiente de Manning:

Tuberías horizontales. Aguas pluviales	
	Q: caudal (m ³ /s)
	n: coeficiente de Manning
	A: área de la tubería ocupada por el fluido (m ²)
	R _h : radio hidráulico (m)
	i: pendiente (m/m)

Las tuberías verticales de aguas residuales se calculan con la fórmula de Dawson y Hunter:

Tuberías verticales. Aguas residuales – Fórmula de Dawson y Hunter	
	Q: caudal (l/s)
	C: coeficiente de escorrentía
	D: diámetro (mm)

Las tuberías verticales de aguas pluviales se calculan con la fórmula de Wyly-Eaton:

Tuberías verticales. Aguas pluviales - Fórmula de Wyly-Eaton	
	Q _{RWP} : caudal (l/s)
	k _b : rugosidad (0.25 mm)
	d: diámetro (mm)
	f: nivel de llenado

3.4.5.5. DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

3.4.5.5.1. Red de pequeña evacuación. Acometida 1

Red de pequeña evacuación. Acometida 1											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
7-8	2.61	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
7-9	0.76	2.00	3.00	75	5.08	1.00	5.08	43.95	0.89	69	75
9-10	1.99	2.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
9-11	1.59	2.51	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
7-12	0.36	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
16-17	0.36	2.30	4.00	75	6.77	1.00	6.77	49.80	1.01	69	75
17-18	3.15	2.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
17-19	0.51	4.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
16-20	0.28	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
23-24	0.43	2.00	3.00	75	5.08	1.00	5.08	43.95	0.89	69	75
24-25	0.89	4.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
24-26	3.60	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
23-27	0.24	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110

Red de pequeña evacuación. Acometida 1												
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico							
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	
Abreviaturas utilizadas												
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)						
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado						
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad						
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial						
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial						
K	Coeficiente de simultaneidad											

3.4.5.2. Red de pequeña evacuación. Acometida 4

Red de pequeña evacuación. Acometida 4												
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico							
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	
53-54	0.97	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40	
53-55	0.44	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40	
56-57	2.64	1.00	4.00	90	6.77	1.00	6.77	47.11	0.74	84	90	
57-58	0.50	4.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32	
57-59	2.61	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40	
56-60	4.42	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110	
Abreviaturas utilizadas												
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)						
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado						
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad						
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial						
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial						
K	Coeficiente de simultaneidad											

3.4.5.3. Bajantes. Acometida 1

Bajantes. Acometida 1									
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
				Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
6-7	2.60	10.00	110	16.92	0.58	9.77	0.137	104	110
15-16	2.60	8.00	110	13.54	0.71	9.57	0.135	104	110
22-23	2.60	7.00	110	11.84	0.71	8.37	0.125	104	110
Abreviaturas utilizadas									
Ref.	Referencia en planos			K	Coeficiente de simultaneidad				
L	Longitud medida sobre planos			Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)				
UDs	Unidades de desagüe			r	Nivel de llenado				
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial				
Q _b	Caudal bruto			D _{com}	Diámetro comercial				

3.4.5.5.4. Bajantes. Acometida 4

Bajantes. Acometida 4										
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	r	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	
53-56	2.70	8.00	110	13.54	0.71	9.57	0.135	104	110	
Abreviaturas utilizadas										
Ref.	Referencia en planos			K	Coeficiente de simultaneidad					
L	Longitud medida sobre planos			Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)					
UDs	Unidades de desagüe			r	Nivel de llenado					
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial					
Q _b	Caudal bruto			D _{com}	Diámetro comercial					

3.4.5.5.5. Colectores. Acometida 1

Colectores. Acometida 1											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
1-2	1.72	2.00	25.00	160	42.30	0.33	14.10	24.82	1.12	152	160
2-3	8.32	2.00	10.00	160	16.92	0.58	9.77	20.38	1.00	154	160
3-4	16.59	2.00	10.00	160	16.92	0.58	9.77	20.38	1.00	154	160
4-5	5.22	2.00	10.00	160	16.92	0.58	9.77	20.38	1.00	154	160
5-6	1.13	17.73	10.00	160	16.92	0.58	9.77	11.99	2.16	154	160
2-14	7.67	2.87	8.00	160	13.54	0.71	9.57	18.46	1.13	154	160
14-15	2.31	8.64	8.00	160	13.54	0.71	9.57	14.12	1.67	154	160
2-22	1.91	28.30	7.00	160	11.84	0.71	8.37	9.97	2.42	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos			Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)						
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado						
UDs	Unidades de desagüe			v	Velocidad						
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial						
Q _b	Caudal bruto			D _{com}	Diámetro comercial						
K	Coeficiente de simultaneidad										

3.4.5.5.6. Colectores. Acometida 4

Colectores. Acometida 4											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
51-52	0.82	2.00	14.00	160	23.69	0.50	11.84	22.74	1.06	152	160
52-53	1.10	24.87	14.00	160	23.69	0.50	11.84	12.13	2.57	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos			Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)						
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado						
UDs	Unidades de desagüe			v	Velocidad						
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial						
Q _b	Caudal bruto			D _{com}	Diámetro comercial						
K	Coeficiente de simultaneidad										

3.4.5.5.7. Arquetas. Acometida 1

Arquetas. Acometida 1				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
2	1.72	2.00	160	100x100x110 cm
3	8.32	2.00	160	80x80x95 cm
4	16.59	2.00	160	60x60x60 cm
5	5.22	2.00	160	60x60x50 cm
14	7.67	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

3.4.5.5.8. Arquetas. Acometida 4

Arquetas. Acometida 4				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
52	0.82	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

3.4.5.6. DIMENSIONADO DE LARED DE AGUAS PLUVIALES

Para el término municipal seleccionado (Ortigueira) la isoyeta es '10' y la zona pluviométrica 'A'. Con estos valores le corresponde una intensidad pluviométrica '90 mm/h'.

3.4.5.6.1. Canales. Acometida 2

Canales. Acometida 2								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
33-34	1.10	0.22	52.84	200	90.00	1.00	-	-
33-35	40.92	8.20	0.50	200	90.00	1.00	-	-
38-39	16.66	7.87	0.50	200	90.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón			I	Intensidad pluviométrica			
L	Longitud medida sobre planos			C	Coeficiente de escorrentía			
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			v	Velocidad			

3.4.5.6.2. Canales. Acometida 3

Canales. Acometida 3								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
44-45	49.71	15.95	0.50	200	90.00	1.00	-	-
49-50	23.87	8.40	0.50	200	90.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón			I	Intensidad pluviométrica			
L	Longitud medida sobre planos			C	Coeficiente de escorrentía			
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			v	Velocidad			

3.4.5.6.3. Canales. Acometida 5

Canales. Acometida 5								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
69-70	0.20	0.08	104.49	200	90.00	1.00	-	-
69-71	42.70	8.25	0.50	200	90.00	1.00	-	-
71-72	21.38	0.13	0.50	200	90.00	1.00	-	-
72-73	21.04	8.14	0.50	200	90.00	1.00	-	-
77-78	0.55	0.17	36.34	200	90.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón			I	Intensidad pluviométrica			
L	Longitud medida sobre planos			C	Coeficiente de escorrentía			
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			v	Velocidad			

3.4.5.6.4. Bajantes. Acometida 2

Bajantes (canales). Acometida 2								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m ³ /h)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
31-32	42.02	100	90.00	1.00	3.78	0.087	97	100
32-33	42.02	100	90.00	1.00	3.78	0.087	97	100
36-37	17.15	100	90.00	1.00	1.54	0.051	97	100
37-38	17.15	100	90.00	1.00	1.54	0.051	97	100
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D _{int}	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D _{com}	Diámetro comercial			

3.4.5.6.5. Bajantes. Acometida 3

Bajantes (canalones). Acometida 3								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m ³ /h)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
42-43	50.18	100	90.00	1.00	4.52	0.096	97	100
43-44	50.18	100	90.00	1.00	4.52	0.096	97	100
47-48	24.31	100	90.00	1.00	2.19	0.062	97	100
48-49	24.31	100	90.00	1.00	2.19	0.062	97	100
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D _{int}	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D _{com}	Diámetro comercial			

3.4.5.6.6. Bajantes. Acometida 5

Bajantes (canalones). Acometida 5								
Ref.	A (m ²)	D _{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m ³ /h)	f	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
66-67	42.91	100	90.00	1.00	3.86	0.088	97	100
67-68	42.91	100	90.00	1.00	3.86	0.088	97	100
68-69	42.91	100	90.00	1.00	3.86	0.088	97	100
74-75	36.27	100	90.00	1.00	3.26	0.079	97	100
75-76	36.27	100	90.00	1.00	3.26	0.079	97	100
76-77	36.27	100	90.00	1.00	3.26	0.079	97	100
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D _{int}	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D _{com}	Diámetro comercial			

3.4.5.6.7. Colectores. Acometida 2

Colectores. Acometida 2								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (m ³ /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
29-30	0.82	2.00	160	5.33	15.35	0.84	152	160
30-31	0.78	25.76	160	3.78	7.00	1.84	154	160
30-36	1.20	16.61	160	1.54	5.09	1.21	154	160
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

3.4.5.6.8. Colectores. Acometida 3

Colectores. Acometida 3								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (m ³ /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
40-41	1.11	2.00	160	6.70	17.17	0.90	152	160
41-42	0.47	50.90	160	4.52	6.48	2.47	154	160
41-46	15.68	2.00	160	2.19	9.89	0.64	154	160
46-47	0.59	33.89	160	2.19	5.07	1.72	154	160
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

3.4.5.6.9. Colectores. Acometida 5

Colectores. Acometida 5								
Tramo	L (m)	i (%)	D _{min} (mm)	Q _c (m ³ /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
63-64	0.41	2.00	160	7.13	17.69	0.91	152	160
64-65	8.11	2.00	160	3.86	12.97	0.76	154	160
65-66	0.16	125.80	160	3.86	4.87	3.22	154	160
64-74	0.21	95.34	160	3.26	4.80	2.78	154	160
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D _{min}	Diámetro nominal mínimo			D _{int}	Diámetro interior comercial			
Q _c	Caudal calculado con simultaneidad			D _{com}	Diámetro comercial			

3.4.5.6.10. Arquetas. Acometida 2

Arquetas. Acometida 2				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
30	0.82	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

3.4.5.6.11. Arquetas. Acometida 3

Arquetas. Acometida 3				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
41	1.11	2.00	160	70x70x80 cm
46	15.68	2.00	160	60x60x50 cm

Arquetas. Acometida 3				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

3.4.5.6.12. Arquetas. Acometida 5

Arquetas. Acometida 5				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
64	0.41	2.00	160	60x60x65 cm
65	8.11	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

3.4.5.7. PUESTA EN SERVICIO

3.4.5.7.1. Pruebas de las instalaciones

- Pruebas de estanqueidad parcial

- Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.
- No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.
- Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.
- En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.
- Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel.
- Se controlarán al 100% las uniones, entronques y/o derivaciones.

- Pruebas de estanqueidad total

- Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes, según las prescripciones siguientes.

- Prueba con agua

- La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.
- La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.

- Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.
 - Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.
 - Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.
 - La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna unión acuse pérdida de agua.
- **Prueba con aire**
- La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.
 - Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.
- **Prueba con humo**
- La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación.
 - Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que, además, tenga un fuerte olor.
 - La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos.
 - Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa.
 - El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de ± 250 Pa, para las cuales ha sido diseñado, sin pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos.
 - La prueba se considerará satisfactoria si no se detecta presencia de humo ni olores en el interior del edificio.

3.4.5.8. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

- **Características generales de los materiales**

De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán las siguientes:

- Resistencia a la agresividad de las aguas a evacuar.
- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Flexibilidad para poder absorber movimientos.
- Lisura interior.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

3.4.5.8.1. Materiales utilizados en las canalizaciones

Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

- Tuberías de fundición según las normas UNE EN 545:2002, UNE EN 598:1996, UNE EN 877:2000.
- Tuberías de PVC según las normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN ISO 1452-1:2010, UNE EN 1566-1:1999.
- Tuberías de polipropileno 'PP' según la norma UNE EN 1852-1:1998.
- Tuberías de hormigón según la norma UNE 127010:1995 EX.

3.4.5.8.2. Materiales utilizados en los puntos de captación

- Sifones

Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm.

- Calderetas

Podrán ser de cualquier material que reúna las condiciones de estanqueidad, resistencia y perfecto acoplamiento a los materiales de cubierta, terraza o patio.

3.4.5.8.3. Condiciones de los materiales utilizados para los accesorios

Cumplirán las siguientes condiciones:

- Cualquier elemento, metálico o no, que sea necesario para la perfecta ejecución de estas instalaciones reunirá, en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se disponga.
- Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.
- Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.
- Cuando se trate de bajantes de material plástico, se intercalará un manguito de plástico entre la abrazadera y la bajante.
- Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y bridas de presión en las tapas de registro, etc.

3.4.5.9. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

- Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
- Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
- Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
- Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro y bombas de elevación.
- Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
- Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y fangos, cuando éste exista.
- Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales, para evitar malos olores. Igualmente se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

3.5. DB-HR. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

3.5.1. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico, calculado mediante la opción general de cálculo recogida en el punto 3.1.3 (CTE DB HR), correspondiente al modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3.

Tabiquería:		
Tipo	Características en proyecto	exigido
Tabique PYL 100/600(70) LM	m (kg/m ²)= 24.4 R_A (dBA) = 45.0	³ 33
Tabique PYL 100/600(70) LM	m (kg/m ²)= 35.9 R_A (dBA) = 45.0	³ 33
Tabique PYL 100/600(70) LM	m (kg/m ²)= 47.4 R_A (dBA) = 45.0	³ 33
Trasdosado interior	m (kg/m ²)= 1858.0 R_A (dBA) = 80.8	³ 33

Elementos de separación verticales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Protegido	Elemento base		No procede
		Trasdosado		
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
De instalaciones		Elemento base		No procede
		Trasdosado		
De actividad	Elemento base		No procede	
	Trasdosado			
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Habitable	Elemento base		No procede
		Trasdosado		
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾⁽²⁾ (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
De instalaciones		Elemento base		No procede
		Trasdosado		

Elementos de separación verticales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
De actividad		Cerramiento		No procede
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Elemento base		No procede
		Trasdosado		
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede

(1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

(2) Sólo en edificios de uso residencial u hospitalario

Elementos de separación horizontales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾	Protegido	Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
De instalaciones		Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
De actividad	Forjado		No procede	
	Suelo flotante			
	Techo suspendido			
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾	Habitable	Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
De instalaciones		Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		

Elementos de separación horizontales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
De actividad		Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		

(1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior:				
Ruido exterior	Recinto receptor	Tipo	Aislamiento acústico en proyecto exigido	
$L_d = 60$ dBA	Protegido (Dormitorio)	Parte ciega: Muro de fachada - PYL 63/600(48) Huecos: Ventana de doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/16/6 templ.lite azur.lite color azul	$D_{2m,nT,Atr} = 38$ dBA ≥ 30 dBA	

La tabla siguiente recoge la situación exacta en el edificio de cada recinto receptor, para los valores más desfavorables de aislamiento acústico calculados ($D_{nT,A}$, $L'_{nT,w}$, y $D_{2m,nT,Atr}$), mostrados en las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico impuestos en el Documento Básico CTE DB-HR, calculados mediante la opción general.

Tipo de cálculo	Emisor	Recinto receptor		
		Tipo	Planta	Nombre del recinto
Ruido aéreo exterior en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior		Protegido	Planta 1	Dormitorio 2 (Dormitorio)

3.5.2. ESTUDIO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL EDIFICIO

El presente estudio del aislamiento acústico del edificio es el resultado del cálculo de todas las posibles combinaciones de parejas de emisores y receptores acústicos presentes en el edificio, conforme a la normativa vigente (CTE DB HR), obtenido en base a los métodos de cálculo para la estimación de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos, nivel de ruido de impacto entre recintos y aislamiento a ruido aéreo proveniente del exterior, descritos en las normas UNE EN 12354-1,2,3.

3.5.3. RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

Se presentan aquí los resultados más desfavorables de aislamiento acústico calculados en el edificio, clasificados de acuerdo a las distintas combinaciones de recintos emisores y receptores presentes en la normativa vigente.

En concreto, se comprueba aquí el cumplimiento de las exigencias acústicas descritas en el Apartado 2.1 (CTE DB HR), sobre los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo interior y exterior, y de aislamiento acústico a ruido de impactos, para los recintos habitables y protegidos del edificio.

Los resultados finales mostrados se acompañan de los valores intermedios más significativos, presentando el detalle de los resultados obtenidos en el capítulo de justificación de resultados de este mismo documento, para cada una de las entradas en las tablas de resultados.

Aislamiento a ruido aéreo exterior

Id Recinto receptor	% huecos	R _{Atr,Dd}	R' _{Atr}	S _S	V	D _{2m,nT,Atr} (dBA)		
		(dBA)	(dBA)	(m ²)	(m ³)	exigido	proyecto	
1	Dormitorio 2 (Dormitorio), Planta 1	13.0	40.9	40.9	21.60	38.1	30	38

Notas:

Id: Identificador de la ficha de cálculo detallado para la entrada de resultados en la tabla

% huecos: Porcentaje de área hueca respecto al área total

R_{Atr,Dd}: Índice ponderado de reducción acústica para la transmisión directa

R'_{Atr}: Índice de reducción acústica aparente

S_S: Área total en contacto con el exterior

V: Volumen del recinto receptor

D_{2m,nT,Atr}: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A

3.5.4. JUSTIFICACIÓN DE RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO

3.5.4.1.1. Aislamiento acústico a ruido aéreo contra ruido del exterior

Se presenta a continuación el cálculo detallado de la estimación de aislamiento acústico a ruido aéreo contra ruido del exterior, para los valores más desfavorables presentados en las tablas resumen del capítulo anterior, según el modelo simplificado para la transmisión estructural descrito en UNE EN 12354-3:2000, que utiliza para la predicción del índice ponderado de reducción acústica aparente global, los índices ponderados de los elementos involucrados, según los procedimientos de ponderación descritos en la norma UNE EN ISO 717-1.

Para la adecuada correspondencia entre la justificación de cálculo y la presentación de resultados del capítulo anterior, se numeran las fichas siguientes conforme a la numeración de las entradas en las tablas resumen de resultados.

1 Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, D_{2m,nT,Atr}

Tipo de recinto receptor:	Dormitorio 2 (Dormitorio)	Protegido (Dormitorio)
Situación del recinto receptor:		Planta 1
Índice de ruido día considerado, L_d:		60 dBA
Tipo de ruido exterior:		Automóviles
Área total en contacto con el exterior, S_S:		21.6 m ²
Volumen del recinto receptor, V:		38.1 m ³

$$D_{2m,nT,Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0S} \right) = 38 \text{ dBA} \geq 30 \text{ dBA}$$



= 40.9
dBA

Datos de entrada para el cálculo:

Fachada





























Elemento estructural básico	m (kg/m ²)	R _{Atr} (dBA)	Revestimiento interior	ΔR _{d,Atr} (dBA)	S _i (m ²)
Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	4.60
Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	9.60
Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	4.60

Huecos en fachada

Huecos en fachada	R _w	C _{tr}	R _{Atr}	S _i
-------------------	----------------	-----------------	------------------	----------------

	(dB)	(dB)	(dBA)	(m ²)
Ventana de doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/16/6 templ.lite azur.lite color azul	36.0	-4	32.0	1.40
Ventana de doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/16/6 templ.lite azur.lite color azul	36.0	-4	32.0	1.40

Elementos de flanco

	Elemento estructural básico	m (kg/m ²)	R _{Atr} (dBA)	Revestimiento	ΔR _{Atr} (dBA)	L _f (m)	S _i (m ²)	Uniones
F1	Muro de fachada	1877	82.0		0	2.6	6.0	
f1	Tabique PYL 100/600(70) LM	24	40.0		0	2.6	6.0	
F2	Sin flanco emisor							
f2	Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	2.2	6.0	
F3	Muro de fachada	1877	82.0		0	2.3	6.0	
f3	Forjado de madera	13	23.6		0	2.3	6.0	
F4	Muro de fachada	1877	82.0		0	2.3	6.0	
f4	Forjado de madera + aislamiento	16	25.1		0	2.3	6.0	
F5	Sin flanco emisor							
f5	Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	2.2	9.6	
F6	Sin flanco emisor							
f6	Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	2.2	9.6	
F7	Acabado de pizarra (Cubierta de madera)	59	51.0		0	3.7	9.6	
f7	Trasdosado interior	1858	74.8	PYL 63/600(48)	0	3.7	9.6	
F8	Acabado de pizarra (Cubierta de madera)	59	51.0		0	2.6	9.6	
f8	Trasdosado interior	1858	74.8	PYL 63/600(48)	0	2.6	9.6	
F9	Acabado de pizarra (Cubierta de madera)	59	51.0		0	0.5	9.6	
f9	Forjado de madera	13	23.6		0	0.5	9.6	
F10	Muro de fachada	1877	82.0		0	6.4	9.6	
f10	Forjado de madera + aislamiento	16	25.1		0	6.4	9.6	
F11	Sin flanco emisor							
f11	Muro de fachada	1877	82.0	PYL 63/600(48)	0	2.2	6.0	
F12	Muro de fachada	1877	82.0		0	2.6	6.0	
f12	Tabique PYL 100/600(70) LM	36	40.0		0	2.6	6.0	
F13	Muro de fachada	1877	82.0		0	2.3	6.0	
f13	Forjado de madera	13	23.6		0	2.3	6.0	
F14	Muro de fachada	1877	82.0		0	2.3	6.0	
f14	Forjado de madera + aislamiento	16	25.1		0	2.3	6.0	

Cálculo de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior:

Contribución directa, $R_{Dd,Atr}$:

Elemento separador	$R_{D,Atr}$ (dBA)	$\Delta R_{Dd,Atr}$ (dBA)	$R_{Dd,Atr}$ (dBA)	S_S (m ²)	S_i (m ²)	$R_{Dd,m,Atr}$ (dBA)	τ_{Dd}
Muro de fachada	82.0	0	82.0	21.6	4.6	88.7	1.34394e-009
Muro de fachada	82.0	0	82.0	21.6	9.6	85.5	2.80398e-009
Muro de fachada	82.0	0	82.0	21.6	4.6	88.7	1.34388e-009
Ventana de doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/16/6 templa.lite azur.lite color azul	32.0		32.0	21.6	1.4	43.9	4.08888e-005
Ventana de doble acristalamiento low.s "control glass acústico y solar", low.s 4/16/6 templa.lite azur.lite color azul	32.0		32.0	21.6	1.4	43.9	4.08888e-005
						40.9	8.17831e-005

Contribución de Flanco a flanco, $R_{Ff,Atr}$:

Flanco	$R_{F,Atr}$ (dBA)	$R_{f,Atr}$ (dBA)	$\Delta R_{Ff,Atr}$ (dBA)	K_{Ff} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Ff,Atr}$ (dBA)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Ff}$
1	82.0	40.0	0	28.9	2.6	6.0	93.5	1.24091e-010
3	82.0	23.6	0	32.2	2.3	6.0	89.2	3.33994e-010
4	82.0	25.1	0	29.9	2.3	6.0	87.6	4.82768e-010
7	51.0	74.8	0	18.5	3.7	9.6	85.5	1.25249e-009
8	51.0	74.8	0	18.5	2.6	9.6	87.1	8.66514e-010
9	51.0	23.6	0	47.4	0.5	9.6	97.4	8.08678e-011
10	82.0	25.1	0	29.9	6.4	9.6	85.2	1.34207e-009
12	82.0	40.0	0	27.2	2.6	6.0	91.8	1.83537e-010
13	82.0	23.6	0	32.2	2.3	6.0	89.1	3.41762e-010
14	82.0	25.1	0	29.9	2.3	6.0	87.6	4.82751e-010
							82.6	5.49085e-009

Contribución de Flanco a directo, $R_{Fd,Atr}$:

Flanco	$R_{F,Atr}$ (dBA)	$R_{d,Atr}$ (dBA)	$\Delta R_{Fd,Atr}$ (dBA)	K_{Fd} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Fd,Atr}$ (dBA)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Fd}$
1	82.0	82.0	0	-1.0*	2.6	6.0	84.6	9.6325e-010
3	82.0	82.0	0	1.8	2.3	6.0	88.0	4.4029e-010
4	82.0	82.0	0	2.5*	2.3	6.0	88.7	3.74748e-010
7	51.0	82.0	0	18.6	3.7	9.6	89.2	5.34288e-010
8	51.0	82.0	0	18.6	2.6	9.6	90.8	3.69637e-010
9	51.0	82.0	0	21.6	0.5	9.6	100.8	3.69637e-011
10	82.0	82.0	0	3.0*	6.4	9.6	86.8	9.28486e-010
12	82.0	82.0	0	-0.4*	2.6	6.0	85.2	8.38925e-010
13	82.0	82.0	0	1.8	2.3	6.0	87.9	4.5053e-010
14	82.0	82.0	0	0.8	2.3	6.0	86.9	5.67183e-010
							82.6	5.5043e-009

Contribución de Directo a flanco, $R_{Df,Atr}$:

Flanco	$R_{D,Atr}$ (dBA)	$R_{f,Atr}$ (dBA)	$\Delta R_{Df,Atr}$ (dBA)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Df,Atr}$ (dBA)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Df}$
1	82.0	40.0	0	28.9	2.6	6.0	93.5	1.24091e-010
2	82.0	82.0	0	-2.0	2.2	6.0	84.3	1.03214e-009
3	82.0	23.6	0	32.2	2.3	6.0	89.2	3.33994e-010
4	82.0	25.1	0	29.9	2.3	6.0	87.6	4.82768e-010
5	82.0	82.0	0	-2.0	2.2	9.6	86.3	1.04178e-009
6	82.0	82.0	0	-2.0	2.2	9.6	86.4	1.01806e-009
7	82.0	74.8	0	4.7*	3.7	9.6	87.2	8.46789e-010
8	82.0	74.8	0	6.4*	2.6	9.6	90.5	3.96073e-010
9	82.0	23.6	0	35.2	0.5	9.6	100.7	3.78247e-011
10	82.0	25.1	0	29.9	6.4	9.6	85.2	1.34207e-009
11	82.0	82.0	0	-2.0	2.2	6.0	84.4	1.00861e-009
12	82.0	40.0	0	27.2	2.6	6.0	91.8	1.83537e-010
13	82.0	23.6	0	32.2	2.3	6.0	89.1	3.41762e-010
14	82.0	25.1	0	29.9	2.3	6.0	87.6	4.82751e-010
							80.6	8.67226e-009

(*) Valor mínimo para el índice de reducción vibracional, obtenido según relaciones de longitud y superficie en la unión entre elementos constructivos, conforme a la ecuación 23 de UNE EN 12354-1.

Índice global de reducción acústica aparente, ponderado A, R'_{Atr} :

	R'_{Atr} (dBA)	τ
$R_{Dd,Atr}$	40.9	8.17831e-005
$R_{Ff,Atr}$	82.6	5.49085e-009
$R_{Fd,Atr}$	82.6	5.5043e-009
$R_{Df,Atr}$	80.6	8.67226e-009
	40.9	8.18028e-005

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, $D_{2m,nT,Atr}$:

R'_{Atr} (dBA)	ΔL_{fs} (dBA)	V (m ³)	T_0 (s)	S_S (m ²)	$D_{2m,nT,Atr}$ (dBA)
40.9	0	38.1	0.5	21.6	38

3.6. DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

3.6.1. HE-0 LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo energético de la vivienda se calcula según su zona climática y su uso previsto.

3.6.1.1. CÁLCULO DEL CONSUMO ELÉCTRICO

3.6.1.1.1. Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable

$$C_{ep,edificio} = 17.73 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 56.10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$$



donde:

$C_{ep,edificio}$:	Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m ² ·año).
$C_{ep,lim}$:	Valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m ² ·año).
$C_{ep,base}$:	Valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 50.00 kWh/(m ² ·año).
$F_{ep,sup}$:	Factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable (tabla 2.1, CTE DB HE 0), 1500.
S_u :	Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 246.04 m ² .

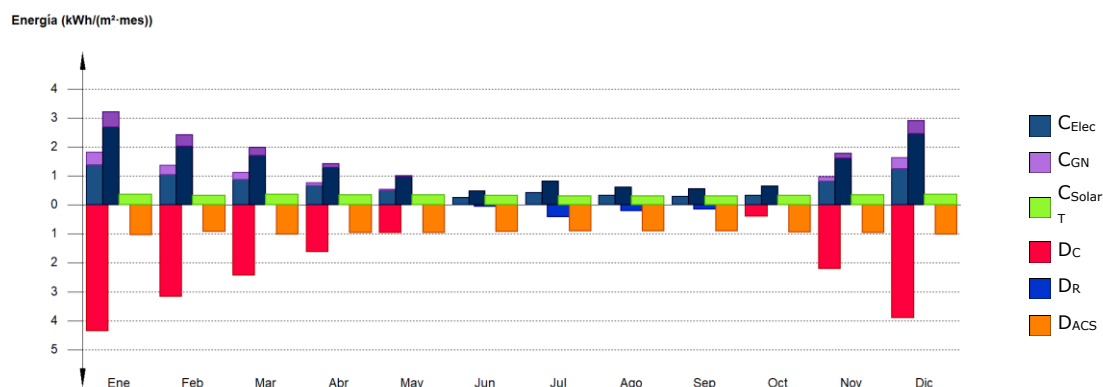
3.6.1.2. RESULTADOS MENSUALES

3.6.1.2.1. Consumo energético anual del edificio

La siguiente gráfica de barras representa el balance entre el consumo energético del edificio y la demanda energética, mostrando de forma visual la eficiencia energética del edificio, al representar gráficamente la compensación de la demanda mediante el consumo.

En el semieje de ordenadas positivo se representan, mes a mes, los distintos consumos energéticos del edificio, separando entre vectores energéticos de origen renovable y no renovable, y mostrando para éstos últimos tanto la energía final consumida como el montante de energía primaria necesaria para generar dicha energía final en punto de consumo.

En el semieje de ordenadas negativo se representa, mes a mes, la demanda energética del edificio, separada por servicio, distinguiendo la demanda de calefacción, la de refrigeración y la de agua caliente sanitaria.



En la siguiente tabla se expresan, de forma numérica, los valores representados en la gráfica anterior, mostrando, para cada vector energético utilizado, la energía útil aportada, la energía final consumida y la energía primaria equivalente, añadiendo también los totales para el consumo de energía final y energía primaria de origen renovable y no renovable, así como los valores de todas las cantidades ponderados por la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en kWh/(m²·año).

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
		(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² -a))
EDIFICIO ($S_u = 246.04 \text{ m}^2$; $V = 709.8 \text{ m}^3$)															
Demanda energética	C	1071.5	775.8	597.6	398.0	235.8	--	--	--	--	96.3	541.6	957.9	4674.5	19.0
	R	--	--	--	--	--	12.7	101.0	51.7	35.7	--	--	--	201.2	0.8
	ACS	252.3	227.9	247.3	234.2	237.0	224.5	221.9	221.9	219.6	232.1	234.4	247.3	2800.4	11.4
	TOTAL	1323.8	1003.7	844.9	632.2	472.8	237.2	322.9	273.6	255.3	328.4	776.0	1205.1	7676.0	31.2
Solar térmica	EA_{ACS}	75.7	68.4	74.2	70.3	71.1	67.3	66.6	66.6	65.9	69.6	70.3	74.2	840.1	3.4
	EF	89.7	80.7	87.3	82.5	82.6	78.3	76.9	76.9	76.5	81.0	82.9	87.9	983.1	4.0
	%D_{ACS}	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
Electricidad ($f_{cep} = 1.954$)	EA_c	973.4	701.2	543.4	374.0	228.4	--	--	--	--	96.3	509.2	873.1	4299.0	17.5
	EA_{ACS}	176.6	159.5	173.1	164.0	165.9	157.1	155.3	155.3	153.7	162.5	164.1	173.1	1960.2	8.0
	EA_R	--	--	--	--	--	12.7	101.0	51.7	35.7	--	--	--	201.2	0.8
	EF	337.9	254.1	213.4	161.8	120.3	58.6	101.7	77.1	68.9	81.5	200.7	308.1	1984.3	8.1
	EP_{ren}	139.9	105.2	88.4	67.0	49.8	24.3	42.1	31.9	28.5	33.7	83.1	127.6	821.5	3.3
	EP_{nr}	660.3	496.6	417.1	316.2	235.1	114.5	198.8	150.7	134.6	159.3	392.2	602.0	3877.3	15.8
Gas natural ($f_{cep} = 1.19$)	EA_c	98.1	74.6	54.2	24.0	7.4	--	--	--	--	--	32.4	84.7	375.5	1.5
	EF	106.6	81.1	59.0	26.1	8.1	--	--	--	--	--	35.2	92.1	408.1	1.7
	EP_{ren}	0.5	0.4	0.3	0.1	0.0	--	--	--	--	--	0.2	0.5	2.0	0.0
	EP_{nr}	126.9	96.5	70.2	31.0	9.6	--	--	--	--	--	41.9	109.6	485.7	2.0
	C_{ef,total}	534.2	415.9	359.7	270.4	211.0	136.9	178.6	154.0	145.4	162.5	318.8	488.2	3375.5	13.7
	C_{ep,ren}	230.1	186.3	176.0	149.6	132.5	102.6	119.0	108.8	105.0	114.7	166.1	216.0	1806.6	7.3
	C_{ep,nr}	787.1	593.0	487.2	347.3	244.8	114.5	198.8	150.7	134.6	159.3	434.1	711.6	4362.9	17.7

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m².

V : Volumen neto habitable del edificio, m³.

D_c : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.

D_R : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.

D_{ACS} : Demanda de energía útil correspondiente al servicio de ACS, kWh.

f_{cep} : Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.

EA : Energía útil aportada, kWh.

EF : Energía final consumida por el sistema en punto de consumo, kWh.

EP_{ren} : Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.

EP_{nr} : Consumo energético de energía primaria de origen no renovable, kWh.

$\%D$: Porcentaje cubierto de la demanda energética total del servicio asociado por el vector energético de origen renovable.

$C_{ef,total}$: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²-año).

$C_{ep,ren}$: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²-año).

$C_{ep,nr}$: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²-año).

3.6.1.3. MODELO DEL CÁLCULO DEL EDIFICIO

3.6.1.3.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Ortigueira (provincia de A Coruña)**, con una altura sobre el nivel del mar de **15 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **C1**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la exigencia básica CTE HE 1, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

3.6.1.3.2. Demanda energética del edificio

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria no renovable, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación de consumo energético HE 0 para edificios de uso residencial o asimilable, corresponde a la suma de la energía demandada por los servicios de calefacción, refrigeración y ACS del edificio.

3.6.1.3.3. Demanda energética de calefacción y refrigeración

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio, calculada hora a hora y de forma separada para cada una de las zonas acondicionadas que componen el modelo térmico del edificio, se obtiene mediante la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cumpliendo con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, con el objetivo de determinar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de demanda energética de CTE DB HE 1.

Se muestran aquí, a modo de resumen, los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal}		D_{ref}	
		(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))	(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	246.04	4674.5	19.0	201.2	0.8
	246.04	4674.5	19.0	201.2	0.8

S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².
D_{cal}: Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m²·año).
D_{ref}: Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m²·año).

3.6.1.3.4. Demanda energética de A.C.S.

La demanda energética correspondiente a los servicios de agua caliente sanitaria de las zonas habitables del edificio se determina conforme a las indicaciones del apartado 4 de CTE DB HE 4 y el documento de 'Condiciones de aceptación de programas alternativos a LIDER/CALENER', que remiten a la norma UNE 94002 para el cálculo de la demanda de energía térmica diaria de ACS en función del consumo de ACS diario por zona.

El salto térmico utilizado en el cálculo de la energía térmica necesaria se realiza entre una temperatura de referencia de 60°C, y la temperatura del agua de red en el emplazamiento del edificio proyectado, de valores:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Temperatura del agua de red	9.9	9.9	10.9	12.0	13.0	14.0	16.0	16.0	15.0	13.9	11.9	10.9

La demanda diaria obtenida se reparte por horas, conforme al perfil a tal efecto, publicado en el documento citado anteriormente, para añadirse al cálculo horario del consumo energético como vector horario anual de demanda energética de ACS a satisfacer, para cada zona, mediante los sistemas técnicos disponibles en el edificio.

Se muestran a continuación los resultados del cálculo de la demanda energética de ACS para cada zona habitable del edificio, junto con las demandas diarias, el porcentaje de la demanda cubierto por energía renovable, y el restante a satisfacer mediante energías no renovables.

Zonas habitables	Q_{ACS} (l/día)	S_u (m ²)	D_{ACS}		$\%_{AS}$ (%)	$D_{ACS,nr}$	
			(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))		(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	140.0	246.04	2800.4	11.4	30.0	1960.2	8.0
	140.0	246.04	2800.4	11.4	30.0	1960.2	8.0

Q_{ACS}: Caudal diario demandado de agua caliente sanitaria, l/día.
S_u: Superficie útil de la zona habitable, m².
D_{ACS}: Demanda energética correspondiente al servicio de agua caliente sanitaria, kWh/(m²·año).
%_{AS}: Porcentaje cubierto por energía solar de la demanda energética de agua caliente sanitaria, %.
D_{ACS,nr}: Demanda energética de ACS cubierta por energías no renovables, kWh/(m²·año).

3.6.1.3.5. Descripción de los sistemas de aporte del edificio

	Tipo	Energía	Cap _{n,C} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef} (kWh/ /año)	C _{ef} (kWh/ (m ² ·a))	P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REA _c
Bomba de calor (Acumulación ACS: V = 250.0 l; T ^a : [40.0->60.0] °C; UA = 1.50 W/K)											
Bomba de calor	C+ACS	Electricidad	5.0	--	246.04	1883.7	7.7	0.9	3.32	3.1814	1.04
			5.0	--	246.04	1883.7	7.7		3.32		1.04
Sistema de referencia											
Equipo para calefacción y ACS	C+ACS	Gas natural	∞	--	246.04	408.1	1.7	6.2	0.92	1	0.92
Equipo para refrigeración	R	Electricidad	--	∞	246.04	100.6	0.4	2.8	2.00	3.1814	0.63
			∞	∞	246.04	508.7	2.1		1.13		0.79

Tipo: Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente sanitaria).
Energía: Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.
Cap_{n,C}: Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.
Cap_{n,R}: Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.
S_u: Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m².
C_{ef}: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²·año).
P_{mo}: Potencia media operacional del equipo técnico, W/m².
REA: Rendimiento estacional anual del equipo técnico.
K_e: Coeficiente de emisiones del vector energético.
REA_c: Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

3.6.1.3.6. Factores de conversión de energía final a energía primaria utilizados

Los factores de conversión de energía primaria procedente de fuentes no renovables, para cada vector energético utilizado en el edificio, se han obtenido del documento 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', borrador propuesta de Documento Reconocido publicado por el IDAE con fecha 3/03/2014, conforme al apartado 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energético	C _{ef,total}			C _{ep,nr}	
	(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))	f _{cep}	(kWh/ /año)	(kWh/ (m ² ·a))
Electricidad	1984.3	8.1	1.954	3877.3	15.8
Gas natural	408.1	1.7	1.19	485.7	2.0
<i>C_{ef,total}:</i> Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m ² ·año).					
<i>f_{cep}:</i> Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.					
<i>C_{ep,nr}:</i> Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m ² ·año).					

3.6.1.4. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía no renovables. Para ello, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo zonal del edificio, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada, la energía final consumida, y la energía primaria equivalente, desglosando el consumo energético por equipo, sistema de aporte y vector energético utilizado.

La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 0, al considerar los siguientes aspectos:


- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;


- la demanda energética de calefacción y refrigeración calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 1;
- la demanda energética de agua caliente sanitaria, calculada conforme a los requisitos establecidos en CTE DB HE 4;
- el dimensionado y los rendimientos operacionales de los equipos técnicos de producción y aporte de calor, frío y ACS;
- la distinción de los distintos vectores energéticos utilizados en el edificio, junto con los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- y la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.

3.6.2. HE-1 LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

3.6.2.1. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE DEMANDA ENERGÉTICA

3.6.2.1.1. Demanda energética anual por superficie útil.

$D_{cal,edificio} = 19.00 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 24.1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$		
<i>D_{cal,edificio}</i> : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m ² ·año).		
<i>D_{cal,lim}</i> : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m ² ·año).		
<i>D_{cal,base}</i> : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 20 kWh/(m ² ·año).		
<i>F_{cal,sup}</i> : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 1000.		
<i>S</i> : Superficie útil de los espacios habitables del edificio, 246.04 m ² .		

$D_{ref,edificio} = 0.82 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año}) \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{año})$		
<i>D_{ref,edificio}</i> : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m ² ·año).		
<i>D_{ref,lim}</i> : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m ² ·año).		

3.6.2.1.2. Resumen del cálculo de la demanda energética

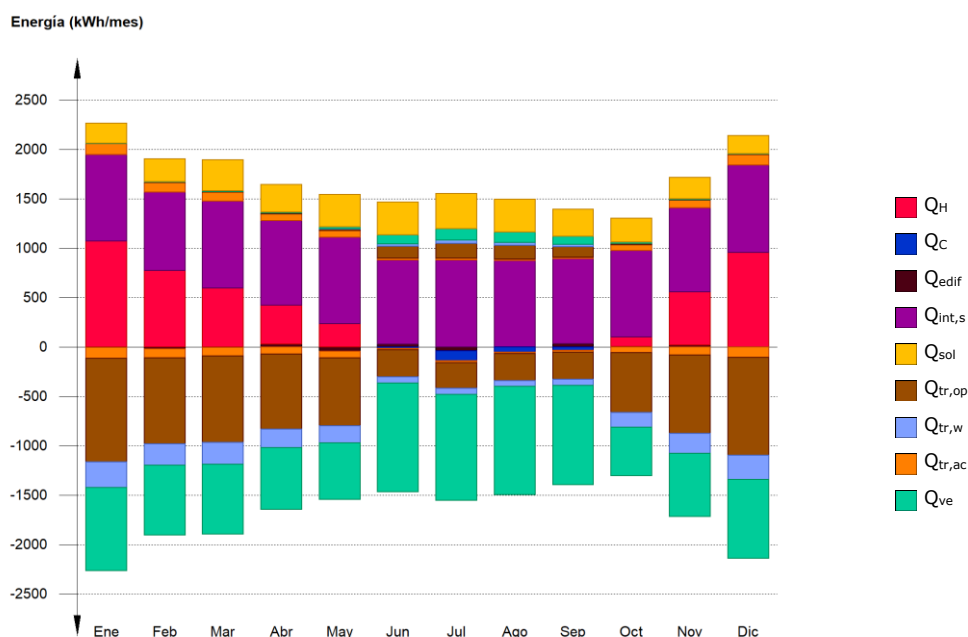
La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S _u (m ²)	D _{cal} (kWh (kWh/ /año) (m ² ·a))		D _{cal,base} (kWh /(m ² ·año))	F _{cal,sup}	D _{cal,lim} (kWh /(m ² ·año))	D _{ref} (kWh (kWh/ /año) (m ² ·a))		D _{ref,lim} (kWh /(m ² ·año))
Vivienda unifamiliar	246.04	4674.5	19.0	20	1000	24.1	201.2	0.8	15.0
	246.04	4674.5	19.0	20	1000	24.1	201.2	0.8	15.0
<i>S_u</i> : Superficie útil de la zona habitable, m ² .									
<i>D_{cal}</i> : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/(m ² ·año).									
<i>D_{cal,base}</i> : Valor base de la demanda energética de calefacción, para la zona climática de invierno correspondiente al emplazamiento del edificio (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 20 kWh/(m ² ·año).									
<i>F_{cal,sup}</i> : Factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, (tabla 2.1, CTE DB HE 1), 1000.									
<i>D_{cal,lim}</i> : Valor límite de la demanda energética de calefacción, considerada la superficie útil de los espacios habitables, kWh/(m ² ·año).									
<i>D_{ref}</i> : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m ² ·año).									
<i>D_{ref,lim}</i> : Valor límite de la demanda energética de refrigeración, kWh/(m ² ·año).									

3.6.2.2. RESULTADOS MENSUALES

3.6.2.2.1. Balance energético anual del edificio

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica al exterior a través de elementos pesados y ligeros ($Q_{tr,op}$ y $Q_{tr,w}$, respectivamente), la energía involucrada en el acoplamiento térmico entre zonas ($Q_{tr,ac}$), la energía intercambiada por ventilación (Q_{ve}), la ganancia interna sensible neta ($Q_{int,s}$), la ganancia solar neta (Q_{sol}), el calor cedido o almacenado en la masa térmica del edificio (Q_{edif}), y el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



En la siguiente tabla se muestran los valores numéricos correspondientes a la gráfica anterior, del balance energético del edificio completo, como suma de las energías involucradas en el balance energético de cada una de las zonas térmicas que conforman el modelo de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

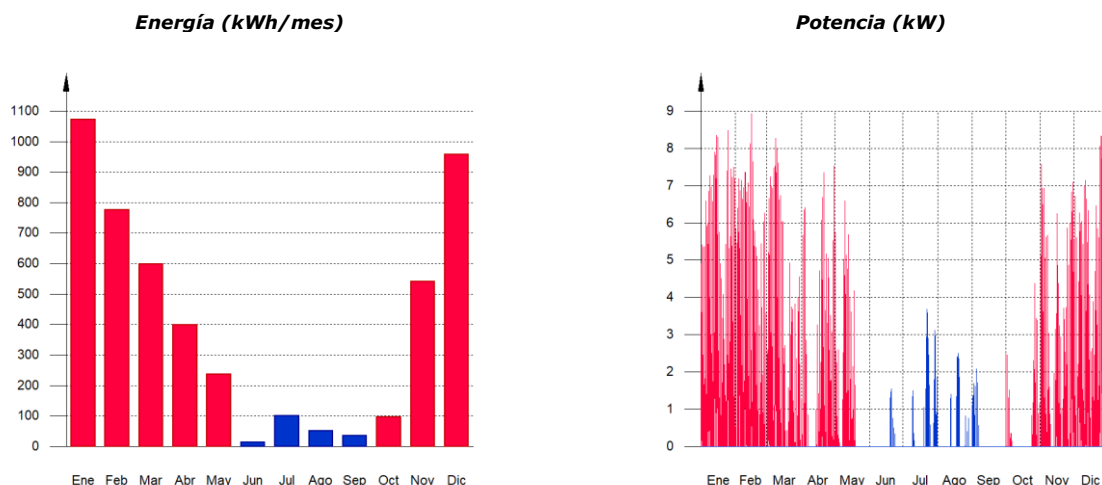
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año		
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/m ² -a)
Balance energético anual del edificio.															
$Q_{tr,op}$	1.7	4.0	6.1	5.8	15.9	122.1	151.3	138.1	105.3	11.5	3.7	2.3	-7141.5	-29.0	
$Q_{tr,w}$	-1044.6	-869.8	-874.3	-760.6	-688.0	-273.3	-261.1	-271.6	-275.6	-605.8	-795.7	-988.8	-1786.9	-7.3	
$Q_{tr,ac}$	0.3	0.7	1.0	1.0	2.9	25.8	32.8	29.6	22.6	2.1	0.6	0.4			
Q_{ve}	-262.9	-218.5	-219.0	-190.7	-172.0	-61.6	-58.5	-61.0	-63.3	-151.1	-199.3	-248.7			
$Q_{int,s}$	112.4	92.8	88.2	70.8	66.2	16.9	17.9	17.1	16.5	57.9	80.1	106.6			
Q_{sol}	-112.4	-92.8	-88.2	-70.8	-66.2	-16.9	-17.9	-17.1	-16.5	-57.9	-80.1	-106.6			
Q_{edif}	3.5	8.8	11.2	10.2	20.0	90.8	116.8	104.2	82.0	15.3	7.6	5.1	-9183.1	-37.3	
	-843.2	-703.6	-709.2	-622.9	-571.6	-1101.6	-1076.1	-1095.9	-1002.4	-490.8	-644.1	-797.2			
	876.3	795.6	881.6	854.7	876.3	854.7	881.6	876.3	860.0	876.3	849.4	886.9	10354.7	42.1	
	-1.3	-1.1	-1.3	-1.2	-1.3	-1.2	-1.3	-1.3	-1.2	-1.3	-1.2	-1.3			
	204.3	227.0	312.1	279.6	327.2	330.3	356.9	334.3	275.3	242.3	219.6	183.6	3283.5	13.3	
	-0.6	-0.6	-0.9	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5			
	-5.1	-18.2	-5.0	27.0	-44.3	27.6	-40.5	-0.1	33.9	5.9	18.5	0.3			

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Q_H	1071.5	775.8	597.6	398.0	235.8	--	--	--	--	96.3	541.6	957.9	4674.5	19.0
Q_C	--	--	--	--	--	-12.7	-101.0	-51.7	-35.7	--	--	--	-201.2	-0.8
Q_{HC}	1071.5	775.8	597.6	398.0	235.8	12.7	101.0	51.7	35.7	96.3	541.6	957.9	4875.6	19.8

<i>Q_{tr,op}</i> : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{tr,w}</i> : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{tr,ac}</i> : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{ve}</i> : Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{int,s}</i> : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{sol}</i> : Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{edif}</i> : Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica del edificio, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_H</i> : Energía aportada de calefacción, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_C</i> : Energía aportada de refrigeración, kWh/(m ² ·año).
<i>Q_{HC}</i> : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m ² ·año).

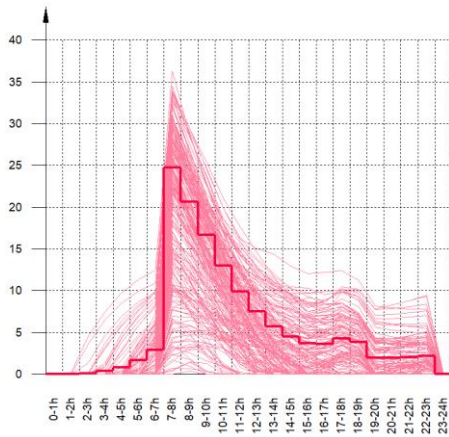
3.6.2.2.2. Demanda energética mensual de calefacción y refrigeración

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

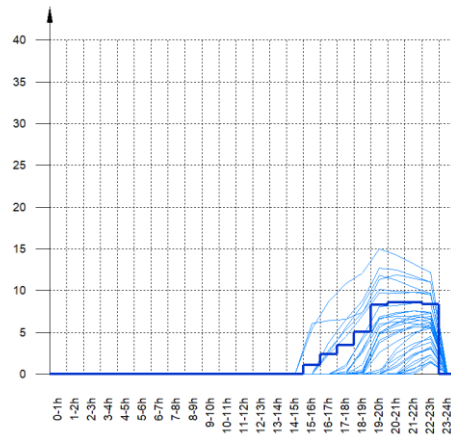


A continuación, en los gráficos siguientes, se muestran las potencias útiles instantáneas por superficie acondicionada de aporte de calefacción y refrigeración para cada uno de los días de la simulación en los que se necesita aporte energético para mantener las condiciones interiores impuestas, mostrando cada uno de esos días de forma superpuesta en una gráfica diaria en horario legal, junto a una curva típica obtenida mediante la ponderación de la energía aportada por día activo, para cada día de cálculo:

Demanda diaria superpuesta de calefacción (W/m²)



Demanda diaria superpuesta de refrigeración (W/m²)



La información gráfica anterior se resume en la siguiente tabla de resultados estadísticos del aporte energético de calefacción y refrigeración:

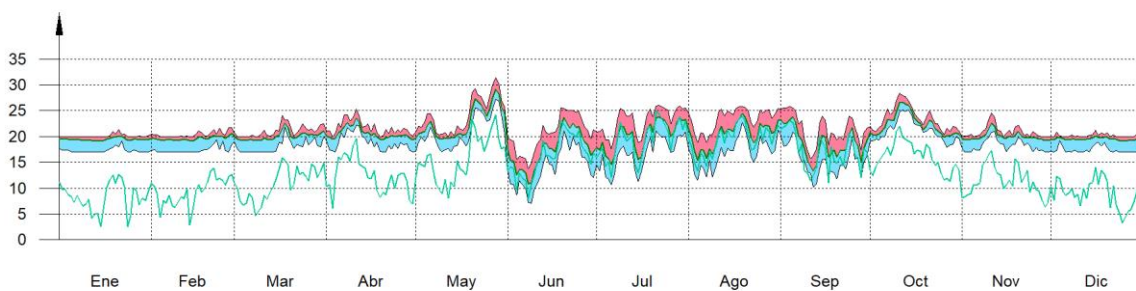
	Nº activ.	Nº días activos (d)	Nº horas activas (h)	Nº horas por activ. (h)	Potencia típica (W/m ²)	Demanda típica por día activo (kWh/m ²)
Calefacción	233	202	2311	11	8.22	0.0941
Refrigeración	32	32	145	4	5.64	0.0256

3.6.2.2.3. Evolución de la temperatura

La evolución de la temperatura interior en las zonas modelizadas del edificio objeto de proyecto se muestra en las siguientes gráficas, que muestran la evolución de las temperaturas mínimas, máximas y medias de cada día, junto a la temperatura exterior media diaria, en cada zona:

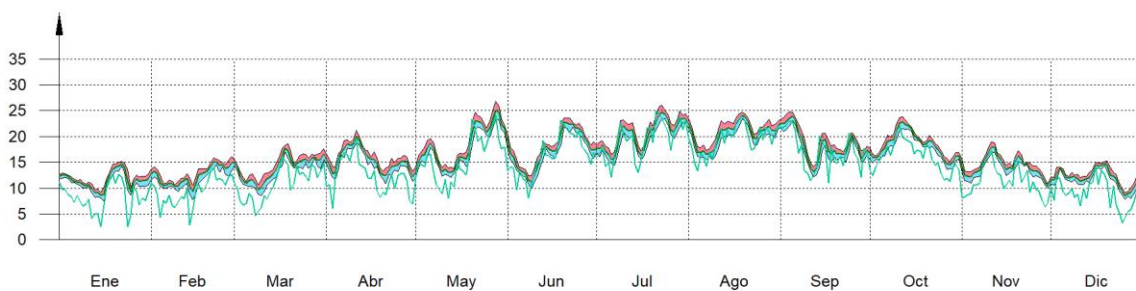
Vivienda unifamiliar

Temperatura (°C)



Zona no habitable 1

Temperatura (°C)



3.6.2.2.4. Resultados numéricos del balance energético por zona y mes

En la siguiente tabla se muestran los resultados de transferencia total de calor por transmisión y ventilación, calor interno total y ganancias solares, y energía necesaria para calefacción y refrigeración, de cada una de las zonas de cálculo del edificio.

El criterio de signos adoptado consiste en emplear valores positivos para energías aportadas a la zona de cálculo, y negativos para la energía extraída.

Las ganancias solares e internas muestran los valores de ganancia energética bruta mensual, junto a la pérdida directa debida al calor que escapa de la zona de cálculo a través de los elementos ligeros, conforme al método de cálculo utilizado.

Se muestra también el calor neto mensual almacenado o cedido por la masa térmica de cada zona de cálculo, de balance anual nulo.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/ /año) (kWh/ (m ² ·a))	
Vivienda unifamiliar ($A_r = 246.04 \text{ m}^2$; $V = 709.77 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 1190.36 \text{ m}^2$; $C_m = 24456.540 \text{ kJ/K}$; $A_m = 451.32 \text{ m}^2$)														
$Q_{tr,op}$	--	0.0	1.2	1.3	8.6	110.0	136.2	124.5	93.7	5.8	0.2	--	-6853.4	-27.9
$Q_{tr,w}$	--	--	0.1	0.2	1.5	23.6	29.9	27.0	20.4	1.0	0.0	--	-1728.6	-7.0
$Q_{tr,ac}$	--	--	--	--	--	7.9	9.0	8.4	5.5	--	--	--	-681.6	-2.8
Q_{ve}	--	--	0.3	0.3	3.9	63.2	82.0	73.1	55.2	2.6	0.0	--	-8478.1	-34.5
$Q_{int,s}$	876.3	795.6	881.6	854.7	876.3	854.7	881.6	876.3	860.0	876.3	849.4	886.9	10354.7	42.1
Q_{sol}	188.6	208.3	281.2	243.8	282.6	286.2	309.0	290.9	241.9	217.2	202.2	170.5	2913.9	11.8
Q_{edif}	-3.4	-12.6	-2.6	19.1	-29.2	22.7	-31.1	-2.0	25.2	3.3	9.2	1.4		
Q_H	1071.5	775.8	597.6	398.0	235.8	--	--	--	--	96.3	541.6	957.9	4674.5	19.0
Q_C	--	--	--	--	--	-12.7	-101.0	-51.7	-35.7	--	--	--	-201.2	-0.8
Q_{HC}	1071.5	775.8	597.6	398.0	235.8	12.7	101.0	51.7	35.7	96.3	541.6	957.9	4875.6	19.8

Zona no habitable 1 ($A_r = 43.06 \text{ m}^2$; $V = 103.67 \text{ m}^3$; $A_{tot} = 209.04 \text{ m}^2$; $C_m = 6260.571 \text{ kJ/K}$; $A_m = 77.16 \text{ m}^2$)

$Q_{tr,op}$	1.7	4.0	5.0	4.5	7.3	12.1	15.2	13.6	11.6	5.7	3.4	2.3	-288.1	-6.7
$Q_{tr,w}$	0.3	0.7	0.9	0.8	1.3	2.3	2.9	2.6	2.2	1.1	0.6	0.4	-58.3	-1.4
$Q_{tr,ac}$	112.4	92.8	88.2	70.8	66.2	9.0	8.9	8.7	10.9	57.9	80.1	106.6	681.6	15.8
Q_{ve}	3.5	8.8	11.0	9.9	16.1	27.6	34.8	31.1	26.8	12.7	7.6	5.1	-705.0	-16.4
Q_{sol}	15.7	18.7	30.9	35.8	44.6	44.1	48.0	43.4	33.5	25.0	17.4	13.2	369.7	8.6
Q_{edif}	-1.7	-5.6	-2.4	8.0	-15.1	4.9	-9.4	1.9	8.8	2.5	9.3	-1.1		

A_r : Superficie útil de la zona térmica, m².

V : Volumen interior neto de la zona térmica, m³.

A_{tot} : Área de todas las superficies que revisten la zona térmica, m².

C_m : Capacidad calorífica interna de la zona térmica calculada conforme a la Norma ISO 13786:2007 (método detallado), kJ/K.

A_m : Superficie efectiva de masa de la zona térmica, conforme a la Norma ISO 13790:2011, m².

$Q_{tr,op}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,w}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/(m²·año).

$Q_{tr,ac}$: Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica debida al acoplamiento térmico entre zonas, kWh/(m²·año).

Q_{ve} :	Transferencia de calor correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/(m ² ·año).
$Q_{int,s}$:	Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor interna sensible, kWh/(m ² ·año).
Q_{sol} :	Transferencia de calor correspondiente a la ganancia de calor solar, kWh/(m ² ·año).
Q_{edif} :	Transferencia de calor correspondiente al almacenamiento o cesión de calor por parte de la masa térmica de la zona, kWh/(m ² ·año).
Q_H :	Energía aportada de calefacción, kWh/(m ² ·año).
Q_C :	Energía aportada de refrigeración, kWh/(m ² ·año).
Q_{HC} :	Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/(m ² ·año).

3.6.2.3. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO

3.6.2.3.1. Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Ortigueira (provincia de A Coruña)**, con una altura sobre el nivel del mar de **15 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **C1**. La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitaciones exteriores** para el cálculo de demanda energética, mediante la determinación del clima de referencia asociado, publicado en formato informático (fichero MET) por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.

3.6.2.3.2. Zonificación del edificio, perfil de uso y nivel de acondicionamiento

- Agrupaciones de recintos

Se muestra a continuación la caracterización de los espacios que componen cada una de las zonas de cálculo del edificio. Para cada espacio, se muestran su superficie y volumen, junto a sus **condiciones operacionales** conforme a los perfiles de uso del Apéndice C de CTE DB HE 1, su **acondicionamiento térmico**, y sus **solicitaciones interiores** debidas a aportes de energía de ocupantes, equipos e iluminación.

	S (m ²)	V (m ³)	b_{ve}	ren_h (1/h)	$\Sigma Q_{ocup,s}$ (kWh /año)	ΣQ_{equip} (kWh /año)	ΣQ_{ilum} (kWh /año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refrig. media (°C)
Vivienda unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Salón	47.92	119.23	0.60	0.63	634.4	692.6	692.6	19.0	26.0
Salón- comedor	30.54	109.82	0.60	0.63	404.3	441.4	441.4	19.0	26.0
Cocina	30.27	78.35	0.60	0.63	400.7	437.5	437.5	19.0	26.0
Recibidor	15.27	41.91	0.60	0.63	202.1	220.7	220.7	19.0	26.0
Almacenaje 1	4.15	10.73	0.60	0.63	54.9	60.0	60.0	19.0	26.0
Distribuidor 1	9.68	35.30	0.60	0.63	128.1	139.9	139.9	19.0	26.0
Distribuidor 2	6.51	26.19	0.60	0.63	86.2	94.1	94.1	19.0	26.0
Dormitorio principal 1	17.17	58.77	0.60	0.63	227.3	248.2	248.2	19.0	26.0
Dormitorio 1	8.34	28.59	0.60	0.63	110.4	120.5	120.5	19.0	26.0
Baño 1	4.78	16.53	0.60	0.63	63.3	69.1	69.1	19.0	26.0
Baño 2	5.06	16.43	0.60	0.63	67.0	73.1	73.1	19.0	26.0
Baño 3	5.74	18.29	0.60	0.63	76.0	83.0	83.0	19.0	26.0
Lavandería	2.57	8.90	0.60	0.63	34.0	37.1	37.1	19.0	26.0
Pasillo 1	9.66	25.11	0.60	0.63	127.9	139.6	139.6	19.0	26.0
Dormitorio principal 2	18.84	48.99	0.60	0.63	249.4	272.3	272.3	19.0	26.0
Dormitorio 2	14.66	38.11	0.60	0.63	194.1	211.9	211.9	19.0	26.0
Baño 4	5.70	14.83	0.60	0.63	75.5	82.4	82.4	19.0	26.0
Pasillo 2	9.18	13.70	0.60	0.63	121.5	132.7	132.7	19.0	26.0
	246.04	709.77	0.60	0.63/1.008^a/4^{aa}	3257.1	3556.3	3556.3	19.0	26.0

	S (m ²)	V (m ³)	b _{ve}	ren _h (1/h)	ΣQ _{ocup,s} (kWh /año)	ΣQ _{equip} (kWh /año)	ΣQ _{ilum} (kWh /año)	T ^a calef. media (°C)	T ^a refrig. media (°C)
Zona no habitable 1 (Zona no habitable)									
Distribuidor 3	16.61	39.99	1.00	1.00	--	--	--	Oscilación libre	
Cuarto de instalaciones	8.43	20.30	1.00	1.00	--	--	--		
Bodega	8.64	20.80	1.00	1.00	--	--	--		
Almacenaje 2	9.38	22.58	1.00	1.00	--	--	--		
	43.06	103.67	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0		

S:	Superficie útil interior del recinto, m ² .
V:	Volumen interior neto del recinto, m ³ .
b _{ve} :	Factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación. En caso de disponer de una unidad de recuperación de calor, el factor de ajuste de la temperatura de suministro de ventilación para el caudal de aire procedente de la unidad de recuperación es igual a $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot h_{hrv})$, donde h_{hrv} es el rendimiento de la unidad de recuperación y $f_{ve,frac}$ es la fracción del caudal de aire total que circula a través del recuperador.
ren _h :	Número de renovaciones por hora del aire del recinto.
*:	Valor medio del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable, incluyendo las infiltraciones calculadas y los periodos de 'free cooling'.
**:	Valor nominal del número de renovaciones hora del aire de la zona habitable en régimen de 'free cooling' (ventilación natural nocturna en las noches de verano).
Q _{ocup,s} :	Sumatorio de la carga interna sensible debida a la ocupación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
Q _{equip} :	Sumatorio de la carga interna debida a los equipos presentes en el recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
Q _{ilum} :	Sumatorio de la carga interna debida a la iluminación del recinto a lo largo del año, conforme al perfil anual asignado y a su superficie, kWh/año.
T ^a calef. media:	Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de calefacción, °C.
T ^a refrig. media:	Valor medio en los intervalos de operación de la temperatura de consigna de refrigeración, °C.

- **Perfiles de uso utilizados**

Los perfiles de uso utilizados en el cálculo del edificio, obtenidos del Apéndice C de CTE DB HE 1, son los siguientes:

Distribución horaria																								
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Perfil: Residencial (uso residencial)																								
Temp. Consigna Alta (°C)																								
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baja (°C)																								
Enero a Mayo	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)																								
Laboral	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	2.15
Sábado y Festivo	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupación latente (W/m²)																								
Laboral	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	1.36
Sábado y Festivo	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Iluminación (W/m²)																								
Laboral, Sábado y Festivo	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	2.2
Equipos (W/m²)																								
Laboral, Sábado y Festivo	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	2.2

Distribución horaria

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Ventilación verano																									
Laboral, Sábado y Festivo	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilación invierno																									
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*: Número de renovaciones correspondiente al mínimo exigido por CTE DB HS 3.

3.6.2.4. Descripción geométrica y constructiva del modelo de cálculo

3.6.2.4.1. Composición constructiva. Elementos constructivos pesados

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos pesados que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-20.1 kWh/(m²·año)) supone el **57.7%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-34.9 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)	
Vivienda unifamiliar											
Muro de fachada		2.65	14.24	0.21	-31.1	0.4	V	N(0.48)	0.89	0.9	
Muro de fachada		46.07	14.24	0.21	-540.8	0.4	V	O(-90)	1.00	84.4	
Muro de fachada		13.53	14.24	0.21	-158.8	0.4	V	E(90)	0.27	6.4	
Muro de fachada		46.05	14.24	0.21	-540.6	0.4	V	S(180)	1.00	127.7	
Trasdosado interior		13.58	15.02	0.25	-112.7	<i>Hacia 'Zona no habitable 1'</i>					
Solera ventilada de caviti		47.92	106.29	0.08	-214.3						
Forjado de madera		190.53	10.51								
Trasdosado interior		77.84	15.02								
Trasdosado interior		6.60	23.73								
Tabique PYL 100/600(70) LM		119.71	12.19								
Tabique PYL 100/600(70) LM		86.77	21.81								
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		36.30	4.27	0.14	-290.5	0.6	23	O(-90)	1.00	122.0	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		8.56	4.27	0.14	-68.5	0.6	25	S(180)	0.98	36.0	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		1.88	4.27	0.14	-15.0	0.6	22	N(0)	0.91	4.1	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		5.04	4.27	0.14	-40.3	0.6	24	E(90)	0.88	14.7	
Muro de fachada		7.01	23.68	0.21	-82.4	0.4	V	N(0.48)	0.92	2.4	
Muro de fachada		13.70	23.68	0.21	-160.8	0.4	V	E(107.82)	1.00	29.1	
Muro de fachada		17.61	23.68	0.21	-206.7	0.4	V	S(180)	1.00	48.8	
Tabique PYL 100/600(70) LM		86.76	12.23								
Solera ventilada de caviti		49.69	106.29	0.09	-236.1						
Muro de fachada		4.34	14.24	0.21	-51.0	0.4	V	N(0.48)	0.89	1.4	
Muro de fachada		9.70	14.24	0.21	-113.9	0.4	V	N(0.48)	0.94	3.4	
Muro de fachada		3.12	14.24	0.21	-36.6	0.4	V	E(107.82)	1.00	6.6	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		1.24	4.27	0.14	-9.9	0.6	25	S(180)	0.83	4.4	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		8.15	4.27	0.14	-65.3	0.6	22	N(0)	0.79	15.3	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		1.13	4.27	0.14	-9.0	0.6	24	E(90)	0.65	2.4	
Forjado de madera + aislamiento		41.18	22.06	0.34	-454.0	<i>Hacia 'Zona no habitable 1'</i>					
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		5.00	4.27	0.14	-40.0	0.6	24	E(90)	0.95	15.7	
Muro de fachada		11.97	14.24	0.21	-140.5	0.4	V	N(0)	1.00	4.4	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		11.48	4.27	0.14	-91.8	0.6	23	N(0)	1.00	27.0	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		1.66	4.27	0.14	-13.3	0.6	24	E(90)	0.97	5.3	
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		5.29	4.27	0.14	-42.3	0.6	25	S(180)	0.91	20.6	

	Tipo	S (m ²)	χ (kJ/ (m ² ·K))	U (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)
Muro de fachada		7.95	23.68	0.21	-93.3	0.4	V	E(90)	0.55	7.8
Tabique PYL 100/600(70) LM		10.16	21.85							
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		5.56	4.27	0.14	-44.5	0.6	24	E(90)	0.87	16.0
Muro de fachada		4.49	23.68	0.21	-52.7	0.4	V	N(0)	1.00	1.7
Muro de fachada		9.20	23.68	0.21	-108.0	0.4	V	E(90)	0.82	13.4
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		4.75	4.27	0.14	-38.1	0.6	24	E(90)	0.95	15.0
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		2.85	4.27	0.14	-22.8	0.6	25	S(180)	0.71	8.7
Muro de fachada		5.67	14.24	0.21	-66.6	0.4	V	N(0.48)	0.99	2.1
Forjado de madera + aislamiento		9.19	2.09							
Muro de fachada		9.74	14.24	0.21	-114.4	0.4	V	N(0.48)	0.99	3.6
Muro de fachada		15.77	14.24	0.21	-185.1	0.4	V	E(107.82)	1.00	33.5
Forjado de madera + aislamiento		39.20	2.09	0.22	-484.3					
Muro de fachada		4.60	14.24	0.21	-54.0	0.4	V	N(0.48)	0.99	1.7
Muro de fachada		9.60	14.24	0.21	-112.7	0.4	V	O(-90)	0.23	4.0
Muro de fachada		1.92	14.24	0.21	-22.5	0.4	V	N(0.48)	1.00	0.7
Tabique PYL 100/600(70) LM		15.21	12.19	0.33	-276.2					
Forjado de madera + aislamiento		9.19	22.06							
Acabado de pizarra (Cubierta de madera)		9.99	4.27	0.14	-80.0	0.6	25	N(0.54)	1.00	22.5
					-4954.6	-566.7*				713.9

Zona no habitable 1

Muro de fachada		13.86	14.24	0.21	-64.7	0.4	V	O(-90)	1.00	25.4
Muro de fachada		6.32	14.24	0.21	-29.5	0.4	V	E(90)	0.90	10.1
Trasdosado interior		13.58	15.02	0.25	112.7	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>				
Tabique PYL 100/600(70) LM		61.41	12.19							
Solera ventilada de caviti		43.05	106.29	0.08	-76.5					
Forjado de madera + aislamiento		41.18	2.09	0.34	454.0	<i>Desde 'Vivienda unifamiliar'</i>				
Muro de fachada		14.82	14.24	0.21	-69.2	0.4	V	N(0)	1.00	5.5
Muro de fachada		10.35	14.24	0.21	-48.3	0.4	V	E(90)	0.99	18.2
					-288.1	+566.7*				59.1

donde:

S:	Superficie del elemento.
χ:	Capacidad calorífica por superficie del elemento.
U:	Transmitancia térmica del elemento.
Q _{tr} :	Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
*	Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.
α:	Coefficiente de absorción solar (absortividad) de la superficie opaca.
I.:	Inclinación de la superficie (elevación).
O.:	Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
F _{sh,o} :	Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
Q _{sol} :	Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

3.6.2.4.2. Composición constructiva. Elementos constructivos ligeros

La transmisión de calor al exterior a través de los elementos constructivos ligeros que forman la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-7.0 kWh/(m²·año)) supone el **20.1%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-34.9 kWh/(m²·año)).

	Tipo	S (m ²)	U _g (W/ (m ² ·K))	F _F (%)	U _f (W/ (m ² ·K))	ΣQ _{tr} (kWh /año)	g _{gl}	α	I. (°)	O. (°)	F _{sh,gl}	F _{sh,o}	ΣQ _{sol} (kWh /año)	
Vivienda unifamiliar														
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		8.40	0.95	0.46	1.00	-451.8	0.31	0.6	V	O(-90)	0.61	1.00	738.6	
Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	2.02	-114.9							Hacia 'Zona no habitable 1'	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		9.80	0.95	0.46	1.00	-527.1	0.31	0.6	V	S(180)	0.39	1.00	818.4	
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.88		1.00	1.00	-103.9		0.6	V	N(0.48)	0.00	0.94	8.8	
Puerta de entrada a la vivienda, de madera		1.88		1.00	1.00	-103.9		0.6	V	S(180)	0.00	1.00	41.6	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.40	0.95	0.46	1.00	-75.3	0.31	0.6	V	N(0)	1.00	1.00	91.7	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.40	0.95	0.46	1.00	-75.3	0.31	0.6	V	E(90)	0.61	0.70	85.4	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.40	0.95	0.46	1.00	-75.3	0.31	0.6	V	E(90)	0.61	0.84	102.1	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.40	0.95	0.46	1.00	-75.3	0.31	0.6	V	N(0.48)	1.00	1.00	91.7	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.40	0.95	0.46	1.00	-75.3	0.31	0.6	V	E(107.82)	0.61	1.00	138.7	
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		1.40	0.95	0.46	1.00	-75.3	0.31	0.6	V	N(0.48)	1.00	1.00	91.5	
Puerta de paso interior, de madera bajo cubierta		1.24		1.00	1.32	-90.2								
												-1728.6	-114.9*	2208.4
Zona no habitable 1														
Doble acristalamiento LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 4/16/6 Templa.lite Azur.lite color azul		2.80	0.95	0.46	1.00	-58.3	0.38	0.6	V	O(-90)	0.61	1.00	311.0	
Puerta de paso interior, de madera		1.68		1.00	2.02	114.9							Desde 'Vivienda unifamiliar'	
												-58.3	+114.9*	311.0

donde:

S:	Superficie del elemento.
U _g :	Transmitancia térmica de la parte translúcida.
F _F :	Fración de parte opaca del elemento ligero.
U _f :	Transmitancia térmica de la parte opaca.
Q _{tr} :	Calor intercambiado con el ambiente exterior, a través del elemento, a lo largo del año.
*:	Calor intercambiado con otras zonas del modelo térmico, a través del elemento, a lo largo del año.
g _{gl} :	Transmitancia total de energía solar de la parte transparente.
α:	Coefficiente de absorción solar (absortividad) de la parte opaca del elemento ligero.
I.:	Inclinación de la superficie (elevación).
O.:	Orientación de la superficie (azimut respecto al norte).
F _{sh,gl} :	Valor medio anual del factor reductor de sombreadamiento para dispositivos de sombra móviles.
F _{sh,o} :	Valor medio anual del factor de corrección de sombra por obstáculos exteriores.
Q _{sol} :	Ganancia solar acumulada a lo largo del año.

3.6.2.4.3. Composición constructiva. Puentes térmicos

La transmisión de calor a través de los puentes térmicos incluidos en la envolvente térmica de las zonas habitables del edificio (-7.7 kWh/(m²·año)) supone el **22.1%** de la transmisión térmica total a través de dicha envolvente (-34.9 kWh/(m²·año)).

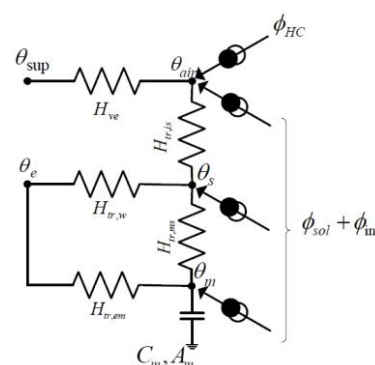
Tomando como referencia únicamente la transmisión térmica a través de los elementos pesados y puentes térmicos de la envolvente habitable del edificio (-27.9 kWh/(m²·año)), el porcentaje debido a los puentes térmicos es el **27.7%**.

	Tipo	L (m)	ψ (W/(m·K))	ΣQ_{tr} (kWh/año)
Vivienda unifamiliar				
Esquina saliente		2.41	0.500	-67.3
Esquina saliente		24.68	0.029	-40.3
Suelo en contacto con el terreno		20.49	0.279	-319.0
Frente de forjado		23.36	0.011	-14.0
Frente de forjado		2.05	0.012	-1.3
Frente de forjado		23.36	0.008	-11.1
Cubierta plana		36.41	0.500	-1017.8
Esquina saliente		5.45	0.030	-9.2
Suelo en contacto con el terreno		12.53	0.282	-197.9
Frente de forjado		10.32	0.011	-6.1
Suelo en contacto con el terreno		9.76	0.282	-154.0
Frente de forjado		14.04	0.027	-20.9
Frente de forjado		2.05	0.008	-0.9
Frente de forjado		8.38	0.025	-11.9
Frente de forjado		10.32	0.009	-5.1
Frente de forjado		28.49	0.010	-15.2
Esquina saliente		1.41	0.086	-6.8
				-1898.8

L: Longitud del puente térmico lineal.
 ψ : Transmitancia térmica lineal del puente térmico.
n: Número de puentes térmicos puntuales.
X: Transmitancia térmica puntual del puente térmico.
 Q_{tr} : Calor intercambiado en el puente térmico a lo largo del año.

3.6.3. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

El procedimiento de cálculo empleado consiste en la simulación anual de un modelo zonal del edificio con acoplamiento térmico entre zonas, mediante el método completo simplificado en base horaria de tipo dinámico descrito en UNE-EN ISO 13790:2011, cuya implementación ha sido validada mediante los tests descritos en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Este procedimiento de cálculo utiliza un modelo equivalente de resistencia-capacitancia (R-C) de tres nodos en base horaria. Este modelo hace una distinción entre la temperatura del aire interior y la temperatura media radiante de las superficies interiores (revestimiento de la zona del edificio), permitiendo su uso en comprobaciones de confort térmico, y aumentando la exactitud de la consideración de las partes radiantes y convectivas de las ganancias solares, luminosas e internas.



La metodología cumple con los requisitos impuestos en el capítulo 5 de CTE DB HE 1, al considerar los siguientes aspectos:

- el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;
- la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;
- el acoplamiento térmico entre zonas adyacentes del edificio a distintas temperaturas;
- las solicitaciones interiores, solicitaciones exteriores y condiciones operacionales especificadas en los apartados 4.1 y 4.2 de CTE DB HE 1, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;
- las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica del edificio, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;
- las ganancias y pérdidas producidas por la radiación solar al atravesar los elementos transparentes o semitransparentes y las relacionadas con el calentamiento de elementos opacos de la envolvente térmica, considerando las propiedades de los elementos, su orientación e inclinación y las sombras propias del edificio u otros obstáculos que puedan bloquear dicha radiación;
- las ganancias y pérdidas de energía producidas por el intercambio de aire con el exterior debido a ventilación e infiltraciones teniendo en cuenta las exigencias de calidad del aire de los distintos espacios y las estrategias de control empleadas.

Permitiendo, además, la obtención separada de la demanda energética de calefacción y de refrigeración del edificio.

3.7. REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS (RITE)

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

3.7.1. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

3.7.1.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

A continuación, se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Galería	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

3.7.1.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2

3.7.1.2.1. Categorías de calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto, se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

3.7.1.2.2. Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie (m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

3.7.1.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene del apartado 1.4.3

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

3.7.1.4. Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica del apartado 1.4.4

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

3.7.2. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

3.7.2.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1

3.7.2.1.1. Generalidades

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

3.7.2.1.2. Cargas térmicas

- Cargas máximas simultáneas

A continuación, se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

Refrigeración

Conjunto: Vivienda													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salón	Sótano	212.30	1029.56	1134.23	1279.12	1383.79	129.39	-115.53	87.48	30.70	1163.59	1469.78	1471.27
Salón- comedor	Planta baja	249.80	727.76	832.43	1006.89	1111.56	82.45	-73.62	55.74	38.23	933.28	1167.31	1167.31
Cocina	Planta baja	-46.67	967.11	1160.31	948.06	1141.26	217.97	-174.23	261.56	46.34	773.82	1328.21	1402.82
Recibidor	Planta baja	-27.70	50.52	50.52	23.51	23.51	41.22	-32.95	49.47	4.78	-9.45	70.24	72.97
Distribuidor 1	Planta baja	2.17	32.02	32.02	35.21	35.21	26.13	-20.88	31.35	6.88	14.32	56.43	66.56
Distribuidor 2	Planta baja	1.94	21.54	21.54	24.18	24.18	17.57	-14.05	21.09	6.95	10.13	39.38	45.27
Dormitorio principal 1	Planta baja	118.78	200.64	235.53	329.00	363.89	46.35	-41.38	31.34	23.02	287.62	395.16	395.23
Dormitorio 1	Planta baja	126.16	132.49	167.38	266.41	301.30	36.00	-32.14	24.34	39.05	234.27	325.52	325.64
Pasillo 1	Planta 1	-6.53	31.95	31.95	26.18	26.18	26.07	-20.84	31.29	5.95	5.34	54.61	57.47
Dormitorio principal 2	Planta 1	-30.52	213.56	248.45	188.54	223.43	50.87	-45.42	34.39	13.68	143.11	257.27	257.82
Dormitorio 2	Planta 1	-31.93	200.03	269.81	173.14	242.92	39.58	-75.46	2.57	16.75	97.68	233.72	245.49
Pasillo 2	Bajo cubierta	-17.77	30.38	30.38	12.99	12.99	24.79	-19.82	29.75	4.65	-6.83	41.96	42.74
Total							738.4		Carga total simultánea			5439.6	

Calefacción

Conjunto: Vivienda							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Salón	Sótano	294.01	129.39	688.09	20.49	982.10	982.10
Distribuidor 3	Sótano	89.89	54.00	143.59	14.06	233.48	233.48
Cuarto de instalaciones	Sótano	72.40	54.00	143.59	25.62	215.99	215.99
Bodega	Sótano	31.11	54.00	143.59	20.23	174.70	174.70
Almacenaje 2	Sótano	95.82	54.00	143.59	25.53	239.41	239.41
Salón- comedor	Planta baja	255.95	82.45	438.47	22.74	694.42	694.42
Cocina	Planta baja	275.93	217.97	579.59	28.26	855.51	855.51
Recibidor	Planta baja	124.35	41.22	109.62	15.32	233.97	233.97
Distribuidor 1	Planta baja	25.70	26.13	69.47	9.84	95.17	95.17
Distribuidor 2	Planta baja	17.44	17.57	46.73	9.86	64.16	64.16
Dormitorio principal 1	Planta baja	185.85	46.35	246.48	25.19	432.34	432.34
Dormitorio 1	Planta baja	78.65	36.00	191.45	32.39	270.09	270.09
Baño 1	Planta baja	52.25	54.00	143.59	41.00	195.84	195.84
Baño 2	Planta baja	70.13	54.00	143.59	42.24	213.72	213.72
Baño 3	Planta baja	95.95	54.00	143.59	41.74	239.53	239.53
Lavandería	Planta baja	18.28	54.00	143.59	62.97	161.86	161.86
Pasillo 1	Planta 1	52.03	26.07	69.32	12.57	121.35	121.35
Dormitorio principal 2	Planta 1	301.96	50.87	270.52	30.39	572.48	572.48
Dormitorio 2	Planta 1	167.67	39.58	210.49	25.80	378.16	378.16
Baño 4	Planta 1	54.64	54.00	143.59	34.76	198.23	198.23
Pasillo 2	Bajo cubierta	117.19	24.79	65.92	19.94	183.11	183.11
Total			1224.4	Carga total simultánea		6755.6	

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

- Cargas parciales y mínimas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Vivienda	3.18	3.31	3.69	4.66	5.13	4.63	5.44	5.43	5.04	4.33	3.46	3.24

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Vivienda	6.76	6.76	6.76

3.7.2.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2

3.7.2.2.1. Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

3.7.2.2.2. Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

3.7.2.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

3.7.2.3.1. Generalidades

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

3.7.2.3.2. Control de las condiciones termohigrométricas

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación, se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
Vivienda	THM-C1

3.7.2.3.3. Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

3.7.2.4. Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5

3.7.2.4.1. Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

3.7.2.5. Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

3.7.2.6. Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.
-

3.7.2.7. Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

3.7.3. EXIGENCIA DE SEGURIDAD

3.7.3.1. Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

3.7.3.1.1. Condiciones generales

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

3.7.3.1.2. Salas de máquinas

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

3.7.3.1.3. Chimeneas

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

3.7.3.1.4. Almacenamiento de biocombustibles sólidos

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

3.7.3.2. Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

3.7.3.2.1. Alimentación

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

3.7.3.2.2. Vaciado y purga

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

3.7.3.2.3. Expansión y circuito cerrado

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

3.7.3.2.4. Dilatación, golpe de ariete, filtración

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

3.7.3.2.5. Conductos de aire

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

3.7.3.3. Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios del apartado 3.4.3.

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

3.7.3.4. Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

3.8. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.8.1. PARÁMETROS GENERALES

- Emplazamiento: Ortigueira
- Altitud sobre el nivel del mar: 15 m
- Percentil para invierno: 97.5 %
- Temperatura seca en invierno: 4.80 °C
- Humedad relativa en invierno: 90 %
- Velocidad del viento: 5.2 m/s
- Temperatura del terreno: 7.90 °C
- Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %
- Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %
- Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %
- Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %
- Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %
- Porcentaje de mayoración de cargas (invierno): 0 %

3.8.2. RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

3.8.2.1. Calefacción

- Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto	Conjunto de recintos					
cocina (Cocina)	CALEFACCIÓN					
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	
Fachada	N	4.8	0.33	1834	Claro	30.94
Fachada	E	16.3	0.33	1834	Claro	96.82
Fachada	S	10.6	0.33	1834	Claro	56.98
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))			
2	S	2.8	1.99	90.05		
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)			
Solera	32.5	0.33	386	139.26		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)			
Pared interior	3.1	1.95	1832	48.91		
Pared interior	15.2	2.34	79	288.60		
Total estructural						751.57
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 37.58
Cargas internas totales						789.14
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
233.8						621.77
Potencia térmica de ventilación total						621.77
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 32.5 m²						43.4 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						1410.9 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
recibidor (Pasillo / Distribuidor)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	11.1	0.33	1822	Claro	71.65
Fachada	S	7.2	0.33	1822	Claro	39.13
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	10.5	2.80	39	Intermedio	476.49	
Forjados inferiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Solera	16.4	0.33	386	70.52		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	10.7	0.31	66	26.57		
Total estructural						684.35
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 34.22
Cargas internas totales						718.57
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
76.3						202.88
Potencia térmica de ventilación total						202.88
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 28.3 m² 32.6 W/m² POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 921.5 W						

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño 1 (Baño / Aseo) CALEFACCIÓN						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	4.7	0.33	1834	Claro	25.23
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	S	1.4	1.99	45.02		
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	5.1	2.80	39	Intermedio	229.80	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	5.1	0.31	66	12.70		
Total estructural						312.75
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 15.64
Cargas internas totales						328.38
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						143.59
Potencia térmica de ventilación total						143.59
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.1 m²						91.9 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						472.0 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño 2 (Baño / Aseo) CALEFACCIÓN						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	E	8.1	0.33	1834	Claro	48.25
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	E	1.4	1.99	49.53		
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	5.3	2.80	39	Intermedio	240.22	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	5.3	0.31	66	13.11		
Total estructural						351.11
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 17.56
Cargas internas totales						368.66
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						143.59
Potencia térmica de ventilación total						143.59
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.3 m²						96.7 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						512.3 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño 3 (Baño / Aseo) CALEFACCIÓN						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	E	10.2	0.33	1834	Claro	60.65
Fachada	N	4.8	0.33	1834	Claro	31.28
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	E	1.4	1.99			49.53
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	6.2	2.80	39	Intermedio	283.21	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	6.5	0.31	66	15.97		
Total estructural						440.64
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 22.03
Cargas internas totales						462.67
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						143.59
Potencia térmica de ventilación total						143.59
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.5 m²						93.9 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						606.3 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)				
Recinto	Conjunto de recintos			
distribuidor 2 (Pasillo / Distribuidor)	CALEFACCIÓN			
Condiciones de proyecto				
Internas	Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C	Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %	Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción				C. SENSIBLE (W)
Cubiertas				
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color
Azotea	6.6	2.80	39	Intermedio
				299.03
Cerramientos interiores				
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	
Forjado	6.6	0.31	66	
				16.32
Total estructural				315.35
Cargas interiores totales				
Cargas debidas a la intermitencia de uso			5.0 %	15.77
Cargas internas totales				331.11
Ventilación				
Caudal de ventilación total (m³/h)				
17.8				47.37
Potencia térmica de ventilación total				47.37
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.6 m²				57.4 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :				378.5 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio 1 (Dormitorio)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	8.2	0.33	1834	Claro	48.51
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)		U (W/(m²·K))		
1	O	1.4		1.99		49.53
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	8.5	2.80	39	Intermedio		386.81
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	9.3	0.31	66		23.02	
Total estructural						507.88
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 25.39
Cargas internas totales						533.27
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
36.0						191.45
Potencia térmica de ventilación total						191.45
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 9.3 m²						77.9 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						724.7 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio principal (Dormitorio)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	13.3	0.33	1834	Claro	85.96
Fachada	O	10.2	0.33	1834	Claro	60.65
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	N	1.4	1.99			54.03
1	O	1.4	1.99			49.53
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	18.4	2.80	39	Intermedio	833.64	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	19.6	0.31	66	48.50		
Total estructural						1132.30
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 56.62
Cargas internas totales						1188.92
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
52.9						281.56
Potencia térmica de ventilación total						281.56
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 19.6 m²						75.0 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						1470.5 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
salón comedor (Salón / Comedor)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	O	17.0	0.33	1834	Claro	101.11
Fachada	S	11.9	0.33	1834	Claro	64.39
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
2	O	2.8	1.99			99.05
1	S	1.4	1.99			45.02
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Azotea	32.4	2.80	39	Intermedio	1467.15	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	34.0	0.31	66	84.15		
Total estructural						1860.88
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 93.04
Cargas internas totales						1953.92
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
91.8						488.45
Potencia térmica de ventilación total						488.45
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 34.0 m²						71.8 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						2442.4 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
distribuidor (Pasillo / Distribuidor)		CALEFACCIÓN					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	S	3.7	0.33	1834	Claro	19.98	
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Azotea	3.0	2.80	39	Intermedio		134.48	
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Forjado	3.1	0.31	66			7.77	
Total estructural						162.23	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 8.11	
Cargas internas totales						170.34	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
8.5						22.55	
Potencia térmica de ventilación total						22.55	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 3.1 m²			61.4 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			192.9 W

- Planta 1

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio principal 2 (Dormitorio)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	11.8	0.33	1822	Claro	76.37
Fachada	E	19.7	0.33	1822	Claro	117.01
Fachada	S	6.9	0.33	1822	Claro	37.44
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	E	1.4	1.99			49.53
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	5.5	1.48	47	65.62		
Total estructural						345.97
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 17.30
Cargas internas totales						363.27
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
57.2						304.08
Potencia térmica de ventilación total						304.08
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 21.2 m² 31.5 W/m² POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 667.3 W						

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño 4 (Baño / Aseo) CALEFACCIÓN						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	4.9	0.33	1822	Claro	26.37
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	S	1.4	1.99			45.02
Total estructural						71.39
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 3.57
Cargas internas totales						74.96
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						143.59
Potencia térmica de ventilación total						143.59
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.0 m²			36.5 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		218.5 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio 2 (Dormitorio)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	6.7	0.33	1822	Claro	43.54
Fachada	S	5.7	0.33	1822	Claro	30.69
Fachada	O	19.8	0.33	1822	Claro	117.41
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	S	1.4	1.99			45.02
Total estructural						236.67
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 11.83
Cargas internas totales						248.51
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
42.6						226.58
Potencia térmica de ventilación total						226.58
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 15.8 m²						30.1 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						475.1 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
pasillo 1 (Pasillo / Distribuidor)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	8.4	0.33	1822	Claro	54.65
Total estructural						54.65
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 2.73
Cargas internas totales						57.39
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
29.5						78.52
Potencia térmica de ventilación total						78.52
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.9 m²						12.4 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						135.9 W

- **Planta 2**

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio principal 2 (Dormitorio)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	11.8	0.33	1822	Claro	76.37
Fachada	E	19.7	0.33	1822	Claro	117.01
Fachada	S	6.9	0.33	1822	Claro	37.44
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	E	1.4	1.99			49.53
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	21.2	0.32	41	Intermedio	110.10	
Total estructural						390.45
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 19.52
Cargas internas totales						409.97
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
57.2						304.08
Potencia térmica de ventilación total						304.08
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 21.2 m²						33.7 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						714.0 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño 4 (Baño / Aseo) CALEFACCIÓN						
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	4.9	0.33	1822	Claro	26.37
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	S	1.4	1.99			45.02
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	6.0	0.32	41	Intermedio	31.12	
Total estructural						102.51
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 5.13
Cargas internas totales						107.64
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						143.59
Potencia térmica de ventilación total						143.59
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 6.0 m²						42.0 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						251.2 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
dormitorio 2 (Dormitorio)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	6.7	0.33	1822	Claro	43.54
Fachada	S	5.7	0.33	1822	Claro	30.69
Fachada	O	19.4	0.33	1822	Claro	115.42
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	S	1.4	1.99			45.02
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	15.8	0.32	41	Intermedio	82.05	
Total estructural						316.73
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 15.84
Cargas internas totales						332.57
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
42.6						226.58
Potencia térmica de ventilación total						226.58
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 15.8 m² 35.4 W/m² POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 559.2 W						

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
pasillo 1 (Pasillo / Distribuidor)		CALEFACCIÓN				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = 4.8 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	8.4	0.33	1822	Claro	54.65
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	10.9	0.32	41	Intermedio		56.85
Total estructural						111.51
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.58
						5.0 %
Cargas internas totales						117.08
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
						78.52
						29.5
Potencia térmica de ventilación total						78.52
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.9 m²						17.9 W/m²
POTENCIA TÉRMICA TOTAL :						195.6 W

3.8.2.2. Resumen de los resultados de cálculo de los recintos

- **Calefacción**

Conjunto: CALEFACCIÓN							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
cocina	Planta baja	789.14	233.83	621.77	43.44	1410.91	1410.91
recibidor	Planta baja	718.57	76.30	202.88	32.61	921.45	921.45
baño 1	Planta baja	328.38	54.00	143.59	91.95	471.97	471.97
baño 2	Planta baja	368.66	54.00	143.59	96.68	512.25	512.25
baño 3	Planta baja	462.67	54.00	143.59	93.90	606.25	606.25
distribuidor 2	Planta baja	331.11	17.81	47.37	57.37	378.48	378.48
dormitorio 1	Planta baja	533.27	36.00	191.45	77.87	724.72	724.72
dormitorio principal	Planta baja	1188.92	52.94	281.56	74.99	1470.48	1470.48
salón comedor	Planta baja	1953.92	91.85	488.45	71.80	2442.37	2442.37
distribuidor	Planta baja	170.34	8.48	22.55	61.40	192.89	192.89
dormitorio principal 2	Planta 1	363.27	57.18	304.08	31.51	667.35	667.35
baño 4	Planta 1	74.96	54.00	143.59	36.51	218.55	218.55
dormitorio 2	Planta 1	248.51	42.61	226.58	30.11	475.09	475.09
pasillo 1	Planta 1	57.39	29.53	78.52	12.43	135.90	135.90
dormitorio principal 2	Planta 2	409.97	57.18	304.08	33.72	714.04	714.04
baño 4	Planta 2	107.64	54.00	143.59	41.96	251.23	251.23
dormitorio 2	Planta 2	332.57	42.61	226.58	35.43	559.15	559.15
pasillo 1	Planta 2	117.08	29.53	78.52	17.89	195.60	195.60
Total			1045.9	Carga total simultánea		12348.7	

3.8.2.3. Resumen de los resultados para conjuntos de recintos

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
CALEFACCIÓN	29.4	12348.7

3.9. REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT)

3.9.1. BASES DE CÁLCULO

3.9.1.1. Sección de las líneas

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
 - a) La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.
- b) Criterio de la caída de tensión.
 - b) La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.
- c) Criterio para la intensidad de cortocircuito.
 - c) La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

3.9.1.1.1. Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE-HD 60364-5-52, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

Intensidad de cálculo en servicio monofásico:

Intensidad de cálculo en servicio trifásico:

Siendo:

- I_c : Intensidad de cálculo del circuito, en A
- I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A
- P_c : Potencia de cálculo, en W
- U_r : Tensión simple, en V
- U_l : Tensión compuesta, en V
- $\cos \varphi$: Factor de potencia

3.9.1.1.2. Sección por caída de tensión

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

- a) En el caso de contadores concentrados en un único lugar:
 - Línea general de alimentación: 0,5%
 - Derivaciones individuales: 1,0%
- b) En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:
 - Línea general de alimentación: 1,0%
 - Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%
- Resto de circuitos: 5,0%

Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:

Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:

Siendo:

- L: Longitud del cable, en m
- X: Reactancia del cable, en Ω /km. Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de 120 mm². A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de 0,08 Ω /km.
- R: Resistencia del cable, en Ω /m. Viene dada por:

Siendo:

- Ω : Resistividad del material en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- S: Sección en mm²

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

Siendo:

- T: Temperatura real estimada en el conductor, en °C
- T₀: Temperatura ambiente para el conductor (40°C para cables al aire y 25°C para cables enterrados)
- T_{max}: Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento (90°C para conductores con aislamientos termoestables y 70°C para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

Para el cobre

Para el aluminio

3.9.1.1.3. Sección por intensidad de cortocircuito

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'I_{ccc}' como en pie 'I_{ccp}', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

Entre Fases:

Fase y Neutro:

Siendo:

- U_l : Tensión compuesta, en V
- U_f : Tensión simple, en V
- Z_t : Impedancia total en el punto de cortocircuito, en $m\Omega$
- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito, en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red aguas arriba del punto de cortocircuito:

Siendo:

- R_t : Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- X_t : Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.

En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:

Siendo:

- $R_{cc,T}$: Resistencia de cortocircuito del transformador, en $m\Omega$
- $X_{cc,T}$: Reactancia de cortocircuito del transformador, en $m\Omega$
- $ER_{cc,T}$: Tensión resistiva de cortocircuito del transformador
- $EX_{cc,T}$: Tensión reactiva de cortocircuito del transformador
- S_n : Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

3.9.1.2. Cálculo de las protecciones

3.9.1.2.1. Fusibles

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

Siendo:

- I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A
- I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A
- I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A
- I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.

Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

- a) El poder de corte del fusible " I_{cu} " es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.
- b) Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:

Siendo:

- I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A
- I_f : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A
- $I_{cc,5s}$: Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A. Se calcula mediante la expresión:

Siendo:

- S: Sección del conductor, en mm²
- t: tiempo de duración del cortocircuito, en s
- k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

PVC XLPE		
Cu 115 143		
Al	76	94

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

Siendo:

- R_f: Resistencia del conductor de fase, en Ω/km
- R_n: Resistencia del conductor de neutro, en Ω/km
- X_f: Reactancia del conductor de fase, en Ω/km
- X_n: Reactancia del conductor de neutro, en Ω/km

3.9.1.2.2. Interruptores automáticos

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

Siendo:

- I_c: Intensidad que circula por el circuito, en A
- I₂: Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

- El poder de corte del interruptor automático 'I_{cu}' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.
- La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético 'I_{mag}' del interruptor automático según su tipo de curva.

	I _{mag}
Curva B	5 x I _n
Curva C	10 x I _n
Curva D	20 x I _n

c) El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ($I^2 \cdot t$) durante la duración del cortocircuito, expresados en $A^2 \cdot s$, que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.

c) Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:

c)

c) Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se produjese a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva $i2t$ del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

c)

c)

3.9.1.2.3. Guardamotores

Una alternativa al empleo de interruptores automáticos para la protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos es la utilización de guardamotores. Se diferencian de los magnetotérmicos en que se trata de una protección regulable capaz de soportar la intensidad de arranque de los motores, además de actuar en caso de falta de tensión en una de sus fases.

3.9.1.2.4. Limitadores de sobretensión

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

3.9.1.2.5. Protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

3.9.1.3. Cálculo de la puesta a tierra

3.9.1.3.1. Diseño del sistema de puesta a tierra

Red de toma de tierra para estructura de hormigón compuesta por 71 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

3.9.1.3.2. Interruptores diferenciales

Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes:

- a) Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

Siendo:

- U_{seg} : Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.
- R_T : Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

- b) Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

3.9.2. RESULTADOS DE CÁLCULO

3.9.2.1. Distribución de fases

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P_{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
1	CPM-1	-	5750.0	5750.0	5750.0
1	(Cuadro de vivienda)	17250.0	5750.0	5750.0	5750.0

(Cuadro de vivienda)						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	216.0	-	
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	764.0	-	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	-	-	-	86.4
C14 (Climatización)	C14 (Climatización)	-	1250.0	1250.0	1250.0	
C5 (baño y auxiliar de cocina)	C5 (baño y auxiliar de cocina)	-	1500.0	-	-	

(Cuadro de vivienda)					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/horno)	-	5400.0	-	-
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	-	-	3450.0	-
C10 (secadora)	C10 (secadora)	-	-	-	3450.0
C12 (baño y auxiliar de cocina)	C12 (baño y auxiliar de cocina)	-	-	1500.0	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	-	2900.0
C15 (ventilación interior)	C15 (ventilación interior)	-	975.0	-	-
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	-	-	1100.0

3.9.2.2. Cálculos

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
1	(Cuadro de vivienda)	17.25	2.75	ES07Z1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 5G6	24.90	31.00	0.10	0.10

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)	
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 5G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=40 mm	31.00	1.00	-	31.00	

Sobrecarga y cortocircuito												
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones Fusible (A)	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccp} (s)	t _{riiccp} (s)	L _{max} (m)	
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) B2ca-s1a,d1,a1 5G6	24.90	25	40.00	31.00	100	12.000	3.960	0.03	< 0.01	230.67	

Instalación interior

Viviendas

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotors, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de (Cuadro de vivienda)							
Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t (%)	c.d.t _{ac} (%)
(Cuadro de vivienda)							
Sub-grupo 1							
C14 (Climatización)	3.75	9.75	H07V-K Eca 5G1.5	6.37	13.50	0.30	0.40
Sub-grupo 2							
C6 (iluminación)	0.76	636.90	H07V-K Eca 3G1.5	3.32	14.50	0.53	0.63
C3 (cocina/horno)	5.40	8.63	H07V-K Eca 3G6	24.71	34.00	0.60	0.70
C5 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	64.53	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	20.00	1.50	1.60
C15 (ventilación interior)	0.98	32.22	H07V-K Eca 3G1.5	4.99	14.50	0.27	0.37
Sub-grupo 3							
C1 (iluminación)	0.22	18.02	H07V-K Eca 3G1.5	0.94	14.50	0.16	0.26
C2 (tomas)	3.45	153.63	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	20.00	1.25	1.36
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	3.45	19.75	H07V-K Eca 3G4	15.79	26.00	0.56	0.66
C12 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	45.76	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	20.00	1.11	1.21
Sub-grupo 4							
C7 (tomas)	3.45	163.30	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	20.00	1.25	1.36
C13 (alumbrado de emergencia)	0.09	52.17	H07V-K Eca 3G1.5	0.38	14.50	0.04	0.14
C10 (secadora)	3.45	5.73	H07V-K Eca 3G2.5	15.79	20.00	0.61	0.72
C7(2) (tomas)	3.45	20.24	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	20.00	1.10	1.20

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Caqru} p	R _{inc} (%)	I' _z (A)
C14 (Climatización)	H07V-K Eca 5G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	13.50	1.00	-	13.50
C6 (iluminación)	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C3 (cocina/horno)	H07V-K Eca 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	34.00	1.00	-	34.00
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C15 (ventilación interior)	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C1 (iluminación)	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C2 (tomas)	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{Caqru_p}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	H07V-K Eca 3G4	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	26.00	1.00	-	26.00
C12 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C7 (tomas)	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C13 (alumbrado de emergencia)	H07V-K Eca 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C10 (secadora)	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C7(2) (tomas)	H07V-K Eca 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00

Sobrecarga y cortocircuito ' (cuadro de vivienda) '											
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{ccc} (s)	t _{ccp} (s)	
(Cuadro de vivienda)			ICP: 25 IGA: 25								
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 4 polos								
C14 (Climatización)	H07V-K Eca 5G1.5	6.37	Guard: 10	14.50	13.50	15	7.952	0.685	< 0.01	0.06	
Sub-grupo 2			Dif: 25, 30, 2 polos								
C6 (iluminación)	H07V-K Eca 3G1.5	3.32	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	10	7.952	0.494	< 0.01	0.12	
C3 (cocina/horno)	H07V-K Eca 3G6	24.71	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	34.00	10	7.952	1.923	< 0.01	0.13	
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	10	7.952	0.769	< 0.01	0.14	
C15 (ventilación interior)	H07V-K Eca 3G1.5	4.99	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	10	7.952	0.480	< 0.01	0.13	
Sub-grupo 3			Dif: 25, 30, 2 polos								
C1 (iluminación)	H07V-K Eca 3G1.5	0.94	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	10	7.952	0.473	< 0.01	0.13	
C2 (tomas)	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	10	7.952	0.888	< 0.01	0.10	
C4 (lavadora, lavavajillas y termo eléctrico)	H07V-K Eca 3G4	15.79	Aut: 20 {C',B',D'}	29.00	26.00	10	7.952	1.534	< 0.01	0.09	
C12 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	10	7.952	0.974	< 0.01	0.09	
Sub-grupo 4			Dif: 25, 30, 2 polos								
C7 (tomas)	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	10	7.952	0.888	< 0.01	0.10	
C13 (alumbrado de emergencia)	H07V-K Eca 3G1.5	0.38	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	14.50	10	7.952	0.657	< 0.01	0.07	
C10 (secadora)	H07V-K Eca 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	10	7.952	1.474	< 0.01	0.04	
C7(2) (tomas)	H07V-K Eca 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	20.00	10	7.952	0.980	< 0.01	0.09	

Leyenda

c.d.t caída de tensión (%)

c.d.t_{ac} caída de tensión acumulada (%)

I_c intensidad de cálculo del circuito (A)

Leyenda	
I_z	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
FC_{agrup}	factor de corrección por agrupamiento
R_{inc}	porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I'_z	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I_2	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I_{cu}	poder de corte de la protección (kA)
I_{ccc}	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I_{ccp}	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L_{max}	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P_{calc}	potencia de cálculo (kW)
t_{iccc}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t_{iccp}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t_{ficcp}	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

3.9.2.3. Símbolos utilizados

A continuación, se muestran los símbolos utilizados en los planos del proyecto:

	Servicio monofásico		Toma de uso general
	Luminaria de emergencia		Climatización
	Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en techo		Toma de baño / auxiliar de cocina
	Interruptor		Toma de uso general doble
	Registro para toma de cables coaxiales para RTV		Registro para toma de cables coaxiales para TBA
	Registro para toma de cables de pares trenzados		Registro para toma configurable
	Toma de cocina		Toma de lavadora
	Toma de secadora		Toma de termo eléctrico
	Toma de lavavajillas		Toma de extractor
	Caja de protección y medida (CPM)		Cuadro individual
	Lámpara fluorescente		Interruptor estanco
	Conmutador		Conmutador doble
	Aspirador para ventilación mecánica		

3.10. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA Y DEMOLICIÓN

3.10.1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos".
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

3.10.2. AGENTES INTERVINIENTES

3.10.2.1. Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto Proyecto de rehabilitación constructiva y mejora energética de vivienda unifamiliar situada en Ortigueira (A Coruña).

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	La propiedad de la vivienda
Proyectista	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAAT
Director de Obra	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAAT
Director de Ejecución	Belén Ramos Armada, colegiada nº xxx COAAT

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 288.485,97€.

3.10.2.2. Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:

3.10.2.3. Poseedor de residuos (constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

3.10.2.4. Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

3.10.3. OBLIGACIONES

3.10.3.1. Productor de residuos (promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos".
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra por parte del poseedor de los residuos.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición" y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

3.10.3.2. Poseedor de residuos (constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar

en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

3.10.3.3. Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3.10.4. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

Artículo 45 de la Constitución Española.

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Ley de envases y residuos de envases

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

Texto consolidado. Última modificación: 7 de abril de 2015

Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022

Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015.

B.O.E.: 12 de diciembre de 2015

Normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron

Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

B.O.E.: 21 de octubre de 2017

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 8 de julio de 2020

Decreto por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia

Decreto 174/2005, de 9 de junio, de la Consellería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Galicia.
D.O.G.: 29 de junio de 2005

Desarrollado por:

Orden por la que se desarrolla el Decreto 174/2005, de 9 de junio, por el que se regula el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos y el Registro General de Productores y Gestores de Residuos de Galicia

Orden de 15 de junio de 2006, de la Consellería de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Comunidad Autónoma de Galicia. D.O.G.: 26 de junio de 2006

3.10.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de gestión de residuos, "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos", dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"
RCD de Nivel I
1 Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros

3.10.6. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en

función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

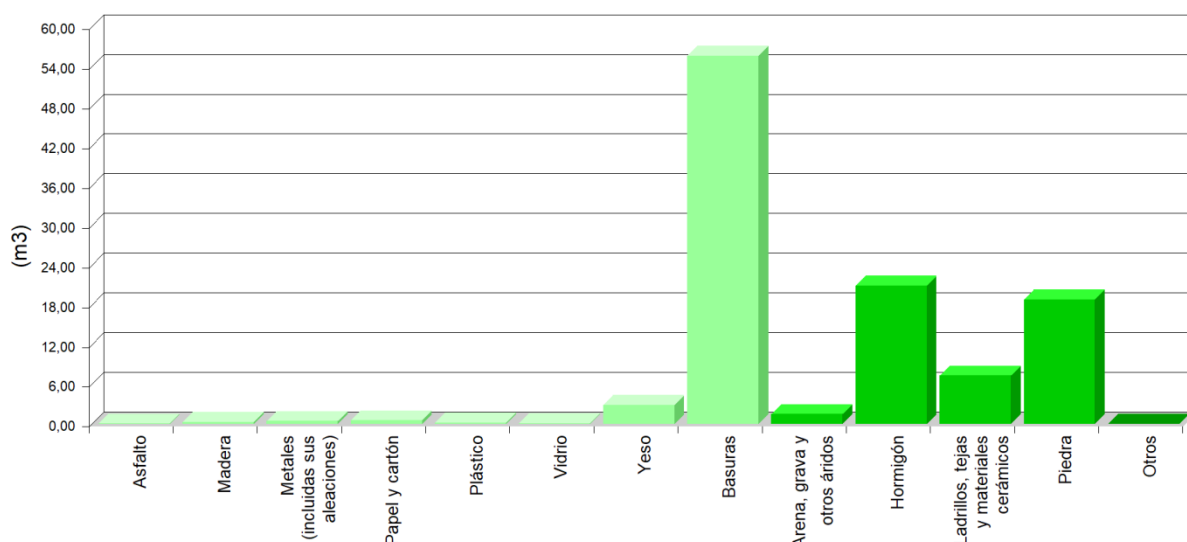
Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I				
1 Tierras y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	1,06	983,083	927,612
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				
1 Asfalto				
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	1,00	0,040	0,040
2 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	0,283	0,257
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,009	0,015
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	0,00	0,000	0,000
Aluminio.	17 04 02	0,00	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	0,050	0,024
Metales mezclados.	17 04 07	1,50	0,550	0,367
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	0,00	0,000	0,000
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,386	0,515
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,110	0,183
6 Vidrio				
Vidrio.	17 02 02	1,00	0,067	0,067
7 Yeso				
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	1,00	2,839	2,839
8 Basuras				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,002	0,003
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	1,50	0,476	0,317
Residuos biodegradables.	20 02 01	1,50	41,443	27,629
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	1,50	41,443	27,629
RCD de naturaleza pétreo				
1 Arena, grava y otros áridos				
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	1,50	1,094	0,729
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	1,189	0,743
2 Hormigón				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	31,355	20,903
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos				
Ladrillos.	17 01 02	1,25	8,088	6,470
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	1,25	1,001	0,801
4 Piedra				

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	1,50	28,144	18,763
RCD potencialmente peligrosos				
1 Otros				
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	0,90	0,012	0,013

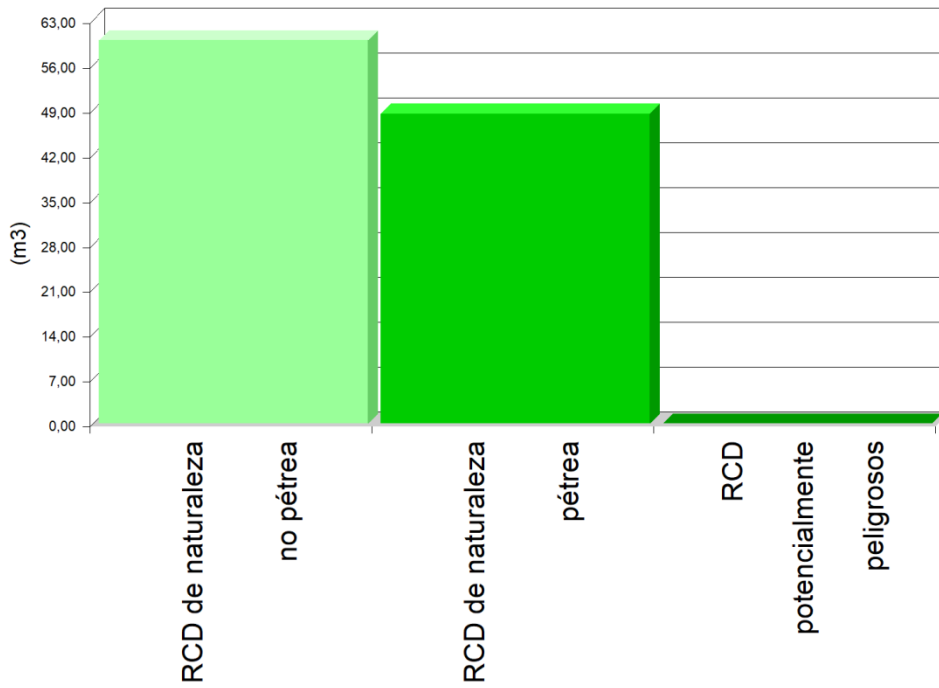
En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I		
1 Tierras y pétreos de la excavación	983,083	927,612
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
1 Asfalto	0,040	0,040
2 Madera	0,283	0,257
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	0,609	0,405
4 Papel y cartón	0,386	0,515
5 Plástico	0,110	0,183
6 Vidrio	0,067	0,067
7 Yeso	2,839	2,839
8 Basuras	83,364	55,578
RCD de naturaleza pétreo		
1 Arena, grava y otros áridos	2,283	1,472
2 Hormigón	31,355	20,903
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	9,089	7,271
4 Piedra	28,144	18,763
RCD potencialmente peligrosos		
1 Otros	0,012	0,013

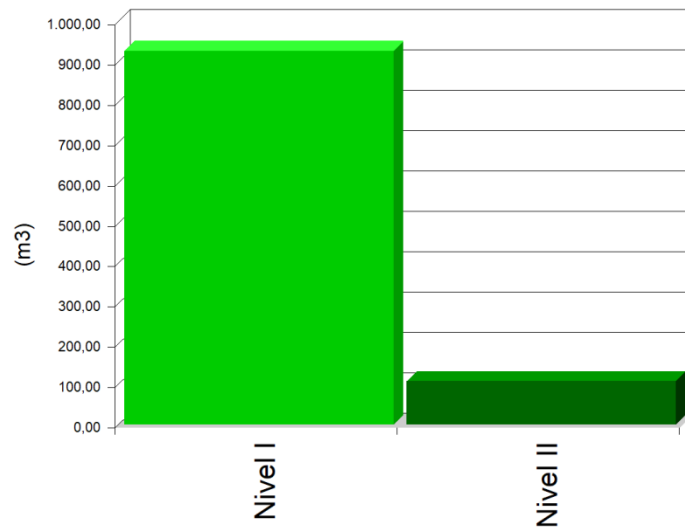
Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel I y Nivel II



3.10.7. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantarán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al director de obra y al director de la ejecución de la obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

3.10.8. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
RCD de Nivel I					
1 Tierras y pétreos de la excavación					
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	983,083	927,612
RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Asfalto					
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,040	0,040
2 Madera					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,283	0,257
3 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,009	0,015
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
Aluminio.	17 04 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,050	0,024
Metales mezclados.	17 04 07	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,550	0,367
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
4 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,386	0,515
5 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,110	0,183
6 Vidrio					
Vidrio.	17 02 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,067	0,067
7 Yeso					
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	2,839	2,839
8 Basuras					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,002	0,003
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNPs	0,476	0,317
Residuos biodegradables.	20 02 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	41,443	27,629
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	41,443	27,629
RCD de naturaleza pétreo					
1 Arena, grava y otros áridos					
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	Reciclado	Planta reciclaje RCD	1,094	0,729
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	1,189	0,743
2 Hormigón					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	31,355	20,903

Material según "Orden MAM 304/2002. Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	8,088	6,470
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	1,001	0,801
4 Piedra					
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	28,144	18,763
RCD potencialmente peligrosos					
1 Otros					
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,012	0,013
Notas: RCD: Residuos de construcción y demolición RSU: Residuos sólidos urbanos RNPs: Residuos no peligrosos RPs: Residuos peligrosos					

3.10.9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	31,355	80,00	NO OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	9,089	40,00	NO OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,609	2,00	NO OBLIGATORIA
Madera	0,283	1,00	NO OBLIGATORIA
Vidrio	0,067	1,00	NO OBLIGATORIA
Plástico	0,110	0,50	NO OBLIGATORIA
Papel y cartón	0,386	0,50	NO OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

3.10.10. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.

3.10.11. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE

CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Código	Subcapítulo	TOTAL (€)
GC	Tratamientos previos de los residuos	0,00
GT	Gestión de tierras	0,00
GR	Gestión de residuos inertes	0,00
GE	Gestión de residuos peligrosos	0,00
GV	Gestión de residuos vegetales	0,00
	TOTAL	0,00

3.10.12. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m³
- Importe mínimo de la fianza: 150.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM): 263.909,05€

A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA					
Tipología	Peso (t)	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación	983,083	927,612	4,00		
Total Nivel I				3.710,448 ⁽¹⁾	1,41
A.2. RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza pétreo	70,871	48,409	10,00		
RCD de naturaleza no pétreo	87,698	59,885	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,012	0,013	10,00		
Total Nivel II				1.083,07 ⁽²⁾	0,41
Total				4.793,52	1,82
Notas: ⁽¹⁾ Entre 150,00€ y 60.000,00€. ⁽²⁾ Como mínimo un 0.2 % del PEM.					
B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN					
Concepto			Importe (€)	% s/PEM	
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.			395,86	0,15	
TOTAL:				5.189,38€	1,97

3.11. CONTROL DE CALIDAD

3.11.1. INTRODUCCIÓN

El Código Técnico de la Edificación (CTE) establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

El CTE determina, además, que dichas exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

La comprobación del cumplimiento de estas exigencias básicas se determina mediante una serie de controles: el control de recepción en obra de los productos, el control de ejecución de la obra y el control de la obra terminada.

Se redacta el presente Plan de control de calidad como anejo del proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Anejo I de la parte I del CTE, en el apartado correspondiente a los Anejos de la Memoria, habiendo sido elaborado atendiendo a las prescripciones de la normativa de aplicación vigente, a las características del proyecto y a lo estipulado en el Pliego de Condiciones del presente proyecto.

Este anejo del proyecto no es un elemento sustancial del mismo, puesto que todo su contenido queda suficientemente referenciado en el correspondiente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto.

El control de calidad de las obras incluye:

- El control de recepción en obra de los productos.
- El control de ejecución de la obra.
- El control de la obra terminada.

Para ello:

- 1) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme a lo establecido en el proyecto, sus anejos y sus modificaciones.
- 2) El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- 3) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

3.11.2. CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA: PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, se establecen las condiciones de suministro; recepción y control; conservación, almacenamiento y manipulación, y recomendaciones para su uso en obra, de todos aquellos materiales utilizados en la obra.

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose las decisiones allí determinadas.

El director de ejecución de la obra cursará instrucciones al constructor para que aporte los certificados de calidad y el marcado CE de los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra

3.11.3. CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN: PRESCRIPCIONES SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA.

En el apartado del Pliego del proyecto, correspondiente a las Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra, se enumeran las fases de la ejecución de cada unidad de obra.

Las unidades de obra son ejecutadas a partir de materiales (productos) que han pasado su control de calidad, por lo que la calidad de los componentes de la unidad de obra queda acreditada por los documentos que los avalan, sin embargo, la calidad de las partes no garantiza la calidad del producto final (unidad de obra).

En este apartado del Plan de control de calidad, se establecen las operaciones de control mínimas a realizar durante la ejecución de cada unidad de obra, para cada una de las fases de ejecución descritas en el Pliego, así como las pruebas de servicio a realizar a cargo y cuenta de la empresa constructora o instaladora.

Para poder avalar la calidad de las unidades de obra, se establece, de modo orientativo, la frecuencia mínima

de control a realizar, incluyendo los aspectos más relevantes para la correcta ejecución de la unidad de obra, a verificar por parte del director de ejecución de la obra durante el proceso de ejecución.

A continuación, se detallan los controles mínimos a realizar por el director de ejecución de la obra, y las pruebas de servicio a realizar por el contratista, a su cargo, para cada una de las unidades de obra:

DCP010 Demolición parcial de edificio.

241,49 m³

FASE	1	Retirada y acopio de escombros.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Acopio.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se han apilado y almacenado en función de su posterior gestión. ■ Se han vertido en el exterior del recinto.

ADL005 Desbroce y limpieza del terrenoa maquina

2.420,00 m²

FASE	1	Replanteo en el terreno.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Distancias relativas a lindes de parcela, servicios, servidumbres, cimentaciones y edificaciones próximas.	1 en general	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Profundidad.	1 cada 1000 m ² y no menos de 1 por zona de actuación	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 25 cm.

ADR010 Relleno para base de pavimento

44,34 m³

FASE	1	Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Espesor de las tongadas.	1 por tongada	<ul style="list-style-type: none"> ■ Superior a 20 cm.
1.2	Materiales de las diferentes tongadas.	1 por tongada	<ul style="list-style-type: none"> ■ No son de características uniformes.
1.3	Pendiente transversal de la superficie de las tongadas durante la ejecución del relleno.	1 por tongada	<ul style="list-style-type: none"> ■ No permite asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

FASE	2	Humectación o desecación de cada tongada.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Contenido de humedad.	1 por tongada	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Compactación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Uniformidad de la superficie de acabado.	1 por tongada	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de asientos.

- ASA010** Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo 6,00 Ud cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.
- ASA010b** Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo 1,00 Ud cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.
- ASA010c** Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo 1,00 Ud cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 60x60x65 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.
- ASA010d** Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo 1,00 Ud cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 70x70x80 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.
- ASA010e** Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo 1,00 Ud cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 80x80x95 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.

ASA010f Arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de ladrillo 1,00 Ud cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 100x100x110 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Incluso mortero para sellado de juntas y colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros.

FASE	1	Replanteo.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Dimensiones.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.3	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	2	Vertido y compactación del hormigón en formación de solera.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Espesor.	1 por unidad	■ Inferior a 15 cm.	
2.2	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por unidad	■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.	

FASE	3	Formación de la obra de fábrica con ladrillos, previamente humedecidos, colocados con mortero.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Dimensiones interiores.	1 por unidad	■ Variaciones superiores al 10%.	

FASE	4	Conexionado de los colectores a la arqueta.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Conexiones de los tubos y sellado.	1 por tubo	■ Entrega de tubos insuficiente. ■ Fijación defectuosa. ■ Falta de hermeticidad.	

FASE	5	Relleno de hormigón para formación de pendientes.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
5.1	Pendiente.	1 por unidad	■ Inferior al 2%.	

FASE	6	Enfoscado y bruñido con mortero, redondeando los ángulos del fondo y de las paredes interiores de la arqueta.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
6.1	Acabado interior.	1 por unidad	■ Existencia de irregularidades.	

FASE	7	Colocación del colector de conexión de PVC en el fondo de la arqueta.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
7.1	Enrasado del colector.	1 por unidad	■ Remate del colector de conexión de PVC con el hormigón a distinto nivel.	

FASE	8	Realización del cierre hermético y colocación de la tapa y los accesorios.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
8.1	Tapa de registro y sistema de cierre.	1 por unidad	■ Diferencias de medida entre el marco y la tapa. ■ Falta de hermeticidad en el cierre.	

- **Pruebas de servicio**

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ASB010b Acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales 4,88 m y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC y hormigón en masa HM-20/P/20/I para la posterior reposición del firme existente.

FASE	1	Replanteo y trazado de la acometida en planta y pendientes.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 por acometida	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 por acometida	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.3	Anchura de la zanja.	1 por zanja	■ Inferior a 66 cm.	

FASE	2	Presentación en seco de tubos y piezas especiales.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 por acometida	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	3	Vertido de la arena en el fondo de la zanja.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Espesor de la capa.	1 por acometida	■ Inferior a 10 cm.	
3.2	Humedad y compacidad.	1 por acometida	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	4	Descenso y colocación de los colectores en el fondo de la zanja.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Limpieza del interior de los colectores.	1 por colector	■ Existencia de restos o elementos adheridos.	

FASE	5	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Pendiente.	1 por acometida	■ Inferior al 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales.
5.2	Limpieza.	1 por acometida	■ Existencia de restos de suciedad.

FASE	6	Ejecución del relleno envolvente.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Espesor.	1 por acometida	■ Inferior a 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ASB020b Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del 5,00 Ud municipio a través de pozo de registro. Incluso junta flexible para el empalme de la acometida y mortero de cemento para repaso y bruñido en el interior del pozo.

FASE	1	Replanteo y trazado de la conexión en el pozo de registro.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Situación y dimensiones del tubo y la perforación del pozo.	1 por unidad	■ Falta de correspondencia entre el tubo y la perforación para su conexión.
2.2	Conexiones de los tubos y sellado.	1 por unidad	■ Entrega de tubos insuficiente. ■ Fijación defectuosa. ■ Falta de hermeticidad.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ASC010b Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, sin arquetas, mediante 71,91 m sistema integral registrable, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², de 160 mm de diámetro exterior, con junta elástica, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios, registros, uniones, piezas especiales y lubricante para montaje.

FASE	1	Replanteo y trazado del conducto en planta y pendientes.	
------	---	--	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Anchura de la zanja.	1 por zanja	■ Inferior a 66 cm.
1.3	Profundidad y trazado.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.4	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Presentación en seco de tubos y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Vertido de la arena en el fondo de la zanja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Espesor de la capa.	1 cada 10 m	■ Inferior a 10 cm.
3.2	Humedad y compacidad.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	4	Descenso y colocación de los colectores en el fondo de la zanja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Limpieza del interior de los colectores.	1 cada 10 m	■ Existencia de restos o elementos adheridos.

FASE	5	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Pendiente.	1 cada 10 m	■ Inferior al 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales.
5.2	Distancia entre registros.	1 por colector	■ Superior a 15 m.
5.3	Limpieza.	1 cada 10 m	■ Existencia de restos de suciedad.
5.4	Junta, conexión y sellado.	1 por junta	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	6	Ejecución del relleno envolvente.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Espesor.	1 cada 10 m	■ Inferior a 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ANE010b Encachado de 10 cm en caja para base de solera, con aporte de gravas 92,60 m² procedentes de cantera granítica.

FASE	1	Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Espesor de las tongadas.	1 por tongada	■ Superior a 20 cm.
1.2	Espesor del encachado.	1 por encachado	■ Inferior a 20 cm.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.3	Granulometría de las gravas.	1 por enchado	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Humectación o desecación de cada tongada.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Contenido de humedad.	1 por tongada	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Compactación y nivelación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Uniformidad de la superficie de acabado.	1 por tongada	■ Existencia de asientos.
3.2	Planeidad.	1 por enchado	■ Irregularidades superiores a 20 mm, medidas con regla de 3 m en cualquier posición.

ANS010 Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón 44,00 m² HA-25/B/20/I.

ANS010c Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón 48,60 m² HA-25/B/20/I.

FASE	1	Preparación de la superficie de apoyo del hormigón.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Densidad y rasante de la superficie de apoyo.	1 por solera	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Rasante de la cara superior.	1 por solera	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Encuentros con pilares y muros.	1 por elemento	■ Inexistencia de junta de dilatación.
3.2	Profundidad de la junta de dilatación.	1 por solera	■ Inferior al espesor de la solera.
3.3	Espesor de las juntas.	1 por junta	■ Inferior a 0,5 cm. ■ Superior a 1 cm.

FASE	4	Vertido, extendido y vibrado del hormigón.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Espesor.	1 por solera	■ Inferior a 10 cm.
4.2	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por solera	■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.

FASE	5	Curado del hormigón.	
------	---	----------------------	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Método aplicado, tiempo de curado y protección de superficies.	1 por fase de hormigonado	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	6	Replanteo de las juntas de retracción.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Situación de juntas de retracción.	1 por solera	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
6.2	Separación entre juntas.	1 en general	■ Superior a 5 m.
6.3	Superficie delimitada por juntas.	1 cada 100 m ²	■ Superior a 20 m ² .

FASE	7	Corte del hormigón.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Profundidad de juntas de retracción.	1 por solera	■ Inferior a 3,3 cm.

ANV030 Forjado sanitario de hormigón armado de 25+5 cm de canto total.

160,15 m²

FASE	1	Resolución de encuentros.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Encuentros con los elementos verticales.	1 por encuentro	■ Ausencia de panel de poliestireno expandido de 30 mm de espesor como junta de dilatación y como rotura de puente térmico.

FASE	2	Realización de los orificios de paso de instalaciones.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Replanteo de huecos para paso de instalaciones.	1 por solera	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Colocación de la malla electrosoldada.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Disposición de las armaduras.	1 por solera	■ Desplazamiento de la armadura.

FASE	4	Vertido, extendido y vibrado del hormigón.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Espesor de la capa de compresión.	1 por solera	■ Inferior a 5 cm.
4.2	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por solera	■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto.

FASE	5	Regleado y nivelación de la capa de compresión.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Rasante de la cara superior.	1 por solera	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
5.2	Planeidad.	1 por solera	■ Existencia de irregularidades.

FASE	6	Curado del hormigón.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Método aplicado, tiempo de curado y protección de superficies.	1 por fase de hormigonado	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	7	Replanteo de las juntas de retracción.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Situación de juntas de retracción.	1 por solera	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
7.2	Separación entre juntas.	1 en general	■ Superior a 5 m.
7.3	Superficie delimitada por juntas.	1 cada 100 m ²	■ Superior a 20 m ² .

FASE	8	Corte del hormigón.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
8.1	Profundidad de juntas de retracción.	1 por solera	■ Inferior a 1,7 cm.

ECM010 Apertura de hueco en muro de mampostería

6,86 m³

ECM010b Reparación estructural de muros de mampostería con mortero de cal.

297,94 m³

FASE	1	Replanteo del muro.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Espesor del muro.	1 por muro	■ Variaciones superiores a ±20 mm.

FASE	2	Colocación y aplomado de miras de referencia.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Existencia de miras aplomadas.	1 en general	■ Desviaciones en aplomes y alineaciones de miras.
2.2	Distancia entre miras.	1 en general	■ Superior a 4 m.
2.3	Colocación de las miras.	1 en general	■ Ausencia de miras en cualquier esquina, hueco, quiebro o mocheta.

FASE	3	Colocación de los mampuestos y acañado de los mismos con ripios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Trabazón.	1 cada 10 m ² de muro	■ El muro ha quedado dividido en hojas en el sentido del espesor. ■ Más de tres aristas han concurrido en un mismo vértice.

FASE	4	Tanteo con regla y plomada, rectificando su posición mediante golpeo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Desplome.	1 cada 10 m ² de muro y no menos de 1 por planta	■ Desplome superior a 2 cm en una planta.

FASE	5	Colocación de perpiaños de trecho en trecho y enrase del muro.	
------	---	--	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Enrase.	1 cada 10 m ² de muro y no menos de 1 por planta	■ El muro no se ha enrasado en todo su espesor, cada 1,5 m de altura.

ECS040 Vierteaguas de piedra artificial e=3 cm a=25 cm

7,00 m

FASE	1	Extendido de la capa de mortero.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Capa de mortero.	1 cada 10 m	■ Ausencia de mortero antes de la colocación del vierteaguas.

FASE	2	Colocación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Orden de colocación.	1 cada 10 m	■ Colocación previa a la entrada en carga de los entrepaños laterales.

FASE	3	Nivelación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Nivelación.	1 cada 10 m	■ Falta de nivelación. ■ Nivelación incorrecta.

EMV110 Vigas y viguetas de madera laminada GL 24H.

10,99 m³

EMV110b Vigas de madera laminada GL28H.

9,43 m³

FASE	1	Replanteo y marcado de ejes, en los puntos de apoyo de las vigas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Luz del vano.	1 cada 10 vigas	■ Variaciones superiores a ±20 mm.

FASE	2	Colocación y fijación provisional de la viga.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Separación a superficies contiguas.	1 cada 10 vigas	■ Inferior a 1,5 cm.

FASE	3	Aplomado y nivelación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Nivelación.	1 cada 10 vigas	■ Variaciones superiores a ±20 mm.

FASE	4	Comprobación final del aplomado y de los niveles.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Combadura medida en el punto medio del vano.	1 cada 10 vigas	■ Superior a 1/500 de la longitud del vano.

FBY010 Tabique de placas de yeso laminado.

196,88 m²

FASE	1	Replanteo y trazado en el forjado inferior y en el superior de los tabiques a realizar.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Replanteo y espesor.	1 cada 50 m ²	■ Variaciones superiores a ±20 mm.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.2	Zonas de paso y huecos.	1 por hueco	■ Variaciones superiores a ± 20 mm.

FASE	2	Colocación de banda de estanqueidad y canales inferiores, sobre solado terminado o base de asiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Anclajes de canales.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Separación superior a 60 cm. ■ Menos de 2 anclajes. ■ Menos de 3 anclajes para canales de longitud superior a 50 cm. ■ Distancia del anclaje de inicio y final del canal al extremo del perfil superior a 5 cm.

FASE	3	Colocación de banda de estanqueidad y canales superiores, bajo forjados.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Anclajes de canales.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Separación superior a 60 cm. ■ Menos de 2 anclajes. ■ Menos de 3 anclajes para canales de longitud superior a 50 cm. ■ Distancia del anclaje de inicio y final del canal al extremo del perfil superior a 5 cm.

FASE	4	Colocación y fijación de los montantes sobre los elementos horizontales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Separación entre montantes.	1 cada 50 m ²	■ Superior a 400 mm.
4.2	Zonas de paso y huecos.	1 cada 50 m ²	■ Inexistencia de montantes de refuerzo.

FASE	5	Fijación de las placas para el cierre de una de las caras del tabique.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Unión a otros tabiques.	1 cada 10 encuentros o esquinas y no menos de 1 por planta	■ Unión no solidaria.
5.2	Encuentro con elementos estructurales verticales.	1 cada 10 encuentros o esquinas y no menos de 1 por planta	■ Encuentro no solidario.
5.3	Planeidad.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ± 5 mm, medidas con regla de 1 m. ■ Variaciones superiores a ± 20 mm en 10 m.
5.4	Desplome del tabique.	1 cada 50 m ²	■ Desplome superior a 0,5 cm en una planta.
5.5	Holgura entre las placas y el pavimento.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 1 cm. ■ Superior a 1,5 cm.
5.6	Remate superior del tabique.	1 cada 50 m ²	■ No se ha rellenado la junta.
5.7	Disposición de las placas en los huecos.	1 cada 50 m ²	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
5.8	Cabezas de los tornillos que sujetan las placas.	1 cada 50 m ²	■ Existencia de fragmentos de celulosa levantados en exceso, que dificulten su correcto acabado.
5.9	Separación entre placas contiguas.	1 cada 50 m ²	■ Superior a 0,3 cm.

FASE	6	Fijación de las placas para el cierre de la segunda cara del tabique.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Instalaciones ubicadas en el interior del tabique.	1 cada 50 m ²	■ No se ha finalizado su instalación.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.2	Unión a otros tabiques.	1 cada 10 encuentros o esquinas y no menos de 1 por planta	■ Unión no solidaria.
6.3	Encuentro con elementos estructurales verticales.	1 cada 10 encuentros o esquinas y no menos de 1 por planta	■ Encuentro no solidario.
6.4	Planeidad.	1 cada 50 m ²	■ Variaciones superiores a ±5 mm, medidas con regla de 1 m. ■ Variaciones superiores a ±20 mm en 10 m.
6.5	Desplome del tabique.	1 cada 50 m ²	■ Desplome superior a 0,5 cm en una planta.
6.6	Holgura entre las placas y el pavimento.	1 cada 50 m ²	■ Inferior a 1 cm. ■ Superior a 1,5 cm.
6.7	Remate superior del tabique.	1 cada 50 m ²	■ No se ha rellenado la junta.
6.8	Disposición de las placas en los huecos.	1 cada 50 m ²	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
6.9	Cabezas de los tornillos que sujetan las placas.	1 cada 50 m ²	■ Existencia de fragmentos de celulosa levantados en exceso, que dificulten su correcto acabado.
6.10	Separación entre placas contiguas.	1 cada 50 m ²	■ Superior a 0,3 cm.

FASE	7	Replanteo de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, y posterior perforación de las placas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Perforaciones.	1 cada 50 m ²	■ Coincidencia en ambos lados del tabique. ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	8	Tratamiento de juntas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
8.1	Cinta de juntas.	1 cada 50 m ²	■ Ausencia de cinta de juntas. ■ Falta de continuidad.
8.2	Aristas vivas en las esquinas de las placas.	1 cada 50 m ²	■ Ausencia de tratamiento. ■ Tratamiento inadecuado para el revestimiento posterior.

LCM015 Puerta de paso lisa hueca sapelly. 18,00 Ud

LCC010 Carpintería exterior de aluminio "CORTIZO". 20,00 Ud

FASE	1	Ajuste final de la hoja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Número, fijación y colocación de los herrajes.	1 cada 25 unidades	■ Herrajes insuficientes para el correcto funcionamiento de la carpintería.

- Pruebas de servicio

Funcionamiento de la carpintería.	
Normativa de aplicación	NTE-FCM. Fachadas: Carpintería de madera

LEM010 Puerta interior de entrada a vivienda, de madera. 2,00 Ud

FASE	1	Colocación de los herrajes de colgar.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Número de pernios o bisagras.	1 cada 10 unidades	■ Menos de 3.
1.2	Colocación de herrajes.	1 cada 10 unidades	■ Fijación deficiente.

FASE	2	Colocación de la hoja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Holgura entre la hoja y el cerco.	1 cada 10 unidades	■ Superior a 0,3 cm.
2.2	Holgura entre la hoja y el pavimento.	1 cada 10 unidades	■ Separación variable en el recorrido de la hoja.

FASE	3	Colocación de los herrajes de cierre.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Tipo de herrajes y colocación de los mismos.	1 cada 10 unidades	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

- **Pruebas de servicio**

Funcionamiento de puertas.	
Normativa de aplicación	NTE-PPM. Particiones: Puertas de madera

LFA010 Puerta cortafuegos de acero galvanizado.

1,00 Ud

FASE	1	Marcado de puntos de fijación y aplomado del cerco.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Aplomado y nivelación del cerco.	1 cada 5 unidades	■ Variaciones superiores a ± 2 mm.
1.2	Número de puntos de fijación en cada lateral.	1 cada 5 unidades	■ Inferior a 3.

FASE	2	Fijación del cerco al paramento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Fijación.	1 cada 5 unidades	■ Fijación deficiente.

FASE	3	Sellado de juntas perimetrales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Sellado.	1 cada 5 unidades	■ Discontinuidad u oquedades en el sellado.

FASE	4	Colocación de la hoja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Holgura entre la hoja y el pavimento.	1 cada 5 unidades	■ Inferior a 0,2 cm. ■ Superior a 0,4 cm.
4.2	Holgura entre la hoja y el cerco.	1 cada 5 unidades	■ Superior a 0,4 cm.

FASE	5	Colocación de herrajes de cierre y accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Tipo de herrajes y colocación de los mismos.	1 cada 5 unidades	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

LVC010 Doble acristalamiento "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR"

30,20 m²

FASE	1	Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Colocación de calzos.	1 cada 50 acristalamientos y no menos de 1 por planta	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de algún calzo. ■ Colocación incorrecta. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Sellado final de estanqueidad.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Colocación de la silicona.	1 cada 50 acristalamientos y no menos de 1 por planta	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de discontinuidades o agrietamientos. ■ Falta de adherencia con los elementos del acristalamiento.

IAM010 Portero electrónico individual

1,00 Ud

FASE	1	Colocación y fijación de tubos y cajas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Profundidad de la roza y diámetro del tubo aislante flexible.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Fijación de las cajas y conexiones en su interior.	1 por caja	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Sujeción del equipo amplificador y conexión con la acometida.	1 por amplificador	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Conexiones entre altavoz y transformadores.	1 cada 20 altavoces	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Fijación de los soportes al hueco y colocación de la rejilla difusora.	1 cada 20 altavoces	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

ICA010 Termo eléctrico.

1,00 Ud

FASE	1	Replanteo del aparato.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Fijación en paramento mediante elementos de anclaje.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Puntos de fijación.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sujeción insuficiente.

FASE	3	Colocación del aparato y accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 cada 10 unidades	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
3.2	Accesorios.	1 cada 10 unidades	■ Ausencia de algún accesorio necesario para su correcto funcionamiento.

FASE	4	Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de tierra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Conexión hidráulica.	1 cada 10 unidades	■ Conexión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.
4.2	Conexión de los cables.	1 por unidad	■ Falta de sujeción o de continuidad.

ICG031 Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S.

1,00 Ud

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Presentación de los elementos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número y tipo.	1 por unidad	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	3	Montaje de la caldera y sus accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Distancia a otros elementos e instalaciones.	1 por unidad	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
3.2	Accesorios.	1 por unidad	■ Ausencia de algún accesorio necesario para su correcto funcionamiento.

FASE	4	Conexionado con las redes de conducción de agua, de gas, de salubridad y eléctrica, y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Conexión hidráulica.	1 por unidad	■ Conexión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.
4.2	Conexión de los cables.	1 por unidad	■ Falta de sujeción o de continuidad.
4.3	Conexión del conducto de evacuación de los productos de la combustión.	1 por unidad	■ Transmite esfuerzos a la caldera.

ICS005 Punto de llenado formado por 2 m de tubo de polietileno reticula.

1,00 Ud

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m	■ Inferior a 25 cm.
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m	■ Inferior a 30 cm.

FASE	2	Colocación y fijación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto. ■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo. ■ Uniones sin elementos de estanqueidad.
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Superior a 2 m.
2.3	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasamuros. ■ Holguras sin relleno de material elástico.
2.4	Situación de válvulas, filtro y contador.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Colocación del aislamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Calorifugado de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Espesor de la coquilla inferior a lo especificado en el proyecto. ■ Distancia entre tubos o al paramento inferior a 2 cm.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB-HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

ICS010 Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización. 114,61 m

ICS010b Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización. 50,51 m

ICS010c Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización. 8,83 m

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 25 cm.
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 30 cm.

FASE	2	Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto. ■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo. ■ Uniones sin elementos de estanqueidad.
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Superior a 2 m.
2.3	Pendiente.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior al 0,2%.
2.4	Purgadores de aire.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de purgadores de aire en los puntos altos de la instalación.
2.5	Alineaciones.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desviaciones superiores al 2‰.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.6	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasamuros. ■ Holguras sin relleno de material elástico.

FASE	3	Colocación del aislamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Calorifugado de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Espesor de la coquilla inferior a lo especificado en el proyecto. ■ Distancia entre tubos o al paramento inferior a 2 cm.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB-HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

ICS015 Punto de vaciado formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado

3,00 Ud

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Separación entre tuberías.	1 cada 30 m	■ Inferior a 25 cm.
1.2	Distancia a conductores eléctricos.	1 cada 30 m	■ Inferior a 30 cm.

FASE	2	Colocación y fijación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Colocación de la tubería.	1 cada 30 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diámetro distinto del especificado en el proyecto. ■ Elementos de fijación en contacto directo con el tubo. ■ Uniones sin elementos de estanqueidad.
2.2	Separación entre elementos de fijación.	1 cada 30 m	■ Superior a 2 m.
2.3	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 30 m de tubería	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasamuros. ■ Holguras sin relleno de material elástico.
2.4	Situación de la válvula.	1 cada 30 m de tubería	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

PRUEBAS DE SERVICIO

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB-HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

ICS019 Bomba de circulación.

1,00 Ud

FASE	1	Colocación de la bomba de circulación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Colocación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de elementos antivibratorios. ■ Falta de nivelación. ■ Separación entre grupos inferior a 50 cm.

FASE	2	Conexión a la red de distribución.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Conexiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conexiones defectuosas de elementos como manómetros, llaves de compuerta, manguitos antivibratorios y válvula de retención.

ICE040 Radiador de aluminio inyectado, con 679 kcal/h de emisión calorífica 1,00 Ud

ICE040b Radiador de aluminio inyectado, con 1086.4 kcal/h de emisión calorífica 2,00 Ud

ICE040c Radiador de aluminio inyectado, con 1358 kcal/h de emisión calorífica 5,00 Ud

ICE040d Radiador de aluminio inyectado, con 2037 kcal/h de emisión calorífica 2,00 Ud

ICE040e Radiador de aluminio inyectado, con 2444,4 kcal/h de emisión calorífica 1,00 Ud

ICE040f Radiador toallero tubular de chapa de acero acabado blanco, gama básica de 2,00 Ud de 600x1133 mm.

ICE040g Radiador toallero tubular de chapa de acero acabado blanco, gama básica, 3,00 Ud de 745x1733 mm

FASE	1	Replanteo mediante plantilla.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Difícilmente accesible. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Fijación en paramento mediante elementos de anclaje.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Fijación.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. ■ Fijación deficiente.

FASE	3	Situación y fijación de las unidades.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Distancia a la pared.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 4 cm.
3.2	Distancia al suelo.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 10 cm.

FASE	4	Montaje de accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Purgador.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de purgador.

FASE	5	Conexionado con la red de conducción de agua.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Conexión hidráulica.	1 cada 10 unidades	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conexión defectuosa. ■ Falta de estanqueidad.

IEP010 Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 79 m de 1,00 Ud conductor de cobre desnudo de 35 mm².

FASE	1	Replanteo.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Trazado de la línea y puntos de puesta a tierra.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	2	Conexionado del electrodo y la línea de enlace.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Fijación del borne.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente.	
2.2	Tipo y sección del conductor.	1 por conexión	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
2.3	Conexiones y terminales.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.	

FASE	3	Montaje del punto de puesta a tierra.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Conexión del punto de puesta a tierra.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.	
3.2	Número de picas y separación entre ellas.	1 por punto	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
3.3	Accesibilidad.	1 por punto	■ Difícilmente accesible.	

FASE	4	Trazado de la línea principal de tierra.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Tipo y sección del conductor.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
4.2	Conexión.	1 por unidad	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.	

FASE	5	Sujeción.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
5.1	Fijación.	1 por unidad	■ Insuficiente.	

FASE	6	Trazado de derivaciones de tierra.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
6.1	Tipo y sección del conductor.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	7	Conexionado de las derivaciones.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
7.1	Conexión.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.	

FASE	8	Conexión a masa de la red.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
8.1	Conexión.	1 por conexión	■ Sujeción insuficiente. ■ Discontinuidad en la conexión.	

- **Pruebas de servicio**

Prueba de medida de la resistencia de puesta a tierra.	
Normativa de aplicación	GUÍA-BT-ANEXO 4. Verificación de las instalaciones eléctricas

IEO010 Suministro e instalación empotrada en elemento de construcción de obra de 530,58 m fábrica de canalización de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP545.

IEO010b Suministro e instalación empotrada en elemento de construcción de obra de 482,70 m fábrica de canalización de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP545.

IEO010c Suministro e instalación empotrada en elemento de construcción de obra de 8,63 m fábrica de canalización de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP545.

IEO010d Suministro e instalación empotrada en elemento de construcción de obra de 2,75 m fábrica de canalización de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 40 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP545.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación y fijación del tubo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo de tubo.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Diámetro y fijación.	1 por canalización	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Trazado de las rozas.	1 por canalización	■ Dimensiones insuficientes.

IEH010 Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). 13,75 m

IEH010b Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, 2.266,68 m reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V).

IEH010c Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, 1.359,57 m reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V).

IEH010d Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, 59,25 m reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 4 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V).

IEH010e Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, 25,89 m reacción al fuego clase Eca, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V).

FASE	1	Tendido del cable.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Sección de los conductores.	1 por cable	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Colores utilizados.	1 por cable	■ No se han utilizado los colores reglamentarios.

FASE	2	Conexionado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Conexionado.	1 por circuito de alimentación	■ Falta de sujeción o de continuidad. ■ Secciones insuficientes para las intensidades de arranque.

IEC010 Caja de protección y medida CPM2-S4, de hasta 63 A de intensidad, para 1 1,00 Ud contador trifásico, instalada en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local.

FASE	1	Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones de la hornacina.	1 por unidad	■ Insuficientes.
1.3	Situación de las canalizaciones de entrada y salida.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.4	Número y situación de las fijaciones.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Fijación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Puntos de fijación.	1 por unidad	■ Sujeción insuficiente.

FASE	3	Colocación de tubos y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Conductores de entrada y de salida.	1 por unidad	■ Tipo incorrecto o disposición inadecuada.

FASE	4	Conexionado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Conexión de los cables.	1 por unidad	■ Falta de sujeción o de continuidad.

IEI070 Cuadro de vivienda formado por caja de material aislante y los dispositivos de 1,00 Ud mando y protección.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación de la caja.	1 por caja	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Colocación de la caja para el cuadro.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Número, tipo y situación.	1 por caja	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
2.2	Dimensiones.	1 por caja	■ Insuficientes.	
2.3	Enrasado de la caja con el paramento.	1 por caja	■ Falta de enrase.	
2.4	Fijación de la caja al paramento.	1 por caja	■ Insuficiente.	

FASE	3	Conexionado.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Conexiones.	1 por unidad	■ Insuficientes para el número de cables que acometen a la caja.	

FASE	4	Montaje de los componentes.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Situación, fijación y conexiones.	1 por elemento	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

IEI090 Componentes para la red eléctrica de distribución interior de vivienda: 1,00 Ud mecanismos gama básica (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco) y monobloc de superficie (IP55); cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión.

FASE	1	Colocación de cajas de derivación y de empotrar.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Número, tipo y situación.	1 por caja	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Dimensiones.	1 por caja	■ Dimensiones insuficientes.	
1.3	Conexiones.	1 por unidad	■ Insuficientes para el número de cables que acometen a la caja.	
1.4	Tapa de la caja.	1 por caja	■ Fijación a obra insuficiente. ■ Falta de enrase con el paramento.	

FASE	2	Colocación de mecanismos.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Número, tipo y situación.	1 por mecanismo	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
2.2	Conexiones.	1 por mecanismo	■ Entrega de cables insuficiente. ■ Apriete de bornes insuficiente.	
2.3	Fijación a obra.	1 por mecanismo	■ Insuficiente.	

IFA010 Acometida enterrada de abastecimiento de agua potable de 1,03 m de longitud, 1,00 Ud formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor y llave de corte alojada en arqueta prefabricada de polipropileno.

FASE	1	Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ La tubería no se ha colocado por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones. ■ Distancia inferior a 30 cm a otras instalaciones paralelas. 	
1.2	Dimensiones y trazado de la zanja.	1 por zanja	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. 	
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se han respetado. 	

FASE	2	Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Limpieza y planeidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de planeidad o presencia de irregularidades en el plano de apoyo. 	

FASE	3	Vertido y compactación del hormigón en formación de solera.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Condiciones de vertido del hormigón.	1 por solera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Consistencia de la amasada en el momento de la descarga distinta de la especificada en el proyecto o que presente principio de fraguado. ■ Amasadas a las que se ha añadido agua u otra sustancia nociva no prevista en el proyecto. 	
3.2	Espesor.	1 por solera	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 15 cm. 	

FASE	4	Colocación de la arqueta prefabricada.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Disposición, tipo y dimensiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. 	

FASE	5	Vertido de la arena en el fondo de la zanja.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
5.1	Espesor.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 15 cm. 	
5.2	Humedad y compacidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. 	

FASE	6	Colocación de la tubería.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
6.1	Tipo, situación y dimensión.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. 	
6.2	Pasos a través de elementos constructivos.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de pasamuros. 	
6.3	Alineación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desviaciones superiores al 2‰. 	

FASE	7	Montaje de la llave de corte.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
7.1	Tipo, situación y diámetro.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. 	

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.2	Conexiones.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entrega de tubos insuficiente. ■ Apriete insuficiente. ■ Sellado defectuoso.

FASE	8	Empalme de la acometida con la red general del municipio.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
8.1	Tipo, situación y diámetro.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
8.2	Conexiones de los tubos y sellado.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entrega de tubos insuficiente. ■ Fijación defectuosa. ■ Falta de hermeticidad.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB-HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

IFB010 Alimentación de agua potable, de 1,39 m de longitud, enterrada, formada por 1,00 Ud tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro.

FASE	1	Replanteo y trazado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones y trazado de la zanja.	1 por zanja	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se han respetado.

FASE	2	Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Limpieza y planeidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de planeidad o presencia de irregularidades en el plano de apoyo.

FASE	3	Vertido de la arena en el fondo de la zanja.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Espesor de la capa.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 10 cm.
3.2	Humedad y compacidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	4	Colocación de la cinta anticorrosiva en la tubería.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Disposición y tipo.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
4.2	Fijación y continuidad.	1 por unidad	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elementos sin protección o falta de adherencia.

FASE	5	Colocación de la tubería.	
------	---	---------------------------	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Tipo, situación y dimensión.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
5.2	Pasos a través de elementos constructivos.	1 por unidad	■ Ausencia de pasamuros.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

IFC010 Preinstalación de contador general de agua de 1 1/4" DN 32 mm, colocado en 1,00 Ud hornacina, con llave de corte general de compuerta.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones y trazado del soporte.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 por unidad	■ No se han respetado.

FASE	2	Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tipo, situación y diámetro.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Colocación de elementos.	1 por unidad	■ Posicionamiento deficiente.

IFI005 Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, 61,83 m formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 16 mm de diámetro exterior, PN=6 atm.

IFI005b Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, 127,72 m formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 20 mm de diámetro exterior, PN=6 atm.

IFI005c Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, 12,33 m formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior, PN=6 atm.

IFI005d Tubería para instalación interior de fontanería, colocada superficialmente, 0,26 m formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior, PN=6 atm.

FASE	1	Replanteo y trazado.	
------	---	----------------------	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Dimensiones y trazado.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ El trazado no se ha realizado exclusivamente con tramos horizontales y verticales. ■ La tubería no se ha colocado por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones. ■ Distancia inferior a 30 cm a otras instalaciones paralelas. ■ La tubería de agua caliente se ha colocado por debajo de la tubería de agua fría, en un mismo plano vertical. ■ Distancia entre tuberías de agua fría y de agua caliente inferior a 4 cm. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Alineaciones.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desviaciones superiores al 2‰.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se han respetado.

FASE	2	Colocación y fijación de tubo y accesorios.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Diámetros y materiales.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Número y tipo de soportes.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.3	Separación entre soportes.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
2.4	Uniones y juntas.	1 cada 10 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de resistencia a la tracción.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> ■ CTE. DB-HS Salubridad ■ UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

IFI008 Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 3/4". 10,00 Ud

IFW010 Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4". 1,00 Ud

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 10 llaves	<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ±30 mm. ■ Difícilmente accesible.

FASE	2	Conexión de la válvula a los tubos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Uniones.	1 cada 10 llaves	<ul style="list-style-type: none"> ■ Uniones defectuosas o sin elemento de estanqueidad.

III110 Suministro e instalación en superficie de luminaria cuadrada de techo 38,00 Ud
Downlight de óptica orientable, de 100x100x71 mm, para 1 led de 4 W, de color blanco frío (6300K); con cerco exterior y cuerpo interior de aluminio inyectado, acabado termoesmaltado, de color blanco; protección IP20 y aislamiento clase F. Incluso lámparas.

III160 Suministro e instalación en superficie de aplique de pared, de 402x130x400 10,00 Ud
mm, para 1 lámpara fluorescente TC-L de 24 W, con cuerpo de luminaria formado por perfiles de aluminio extruido, acabado termoesmaltado, de color blanco; reflector acabado termoesmaltado de color blanco; difusor de policarbonato con chapa microperforada; protección IP20, aislamiento clase F y rendimiento mayor del 65%. Incluso lámparas.

IIX005 Suministro e instalación empotrada en techo de luminaria circular, de 220 mm 2,00 Ud
de diámetro, para 1 lámpara fluorescente compacta triple TC-TELI de 26 W, con cuerpo de luminaria de aluminio inyectado, aluminio y acero inoxidable, vidrio de seguridad, reflector de aluminio puro anodizado, portalámparas GX 24, clase de protección I, grado de protección IP65, aislamiento clase F. Incluso lámparas.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 10 unidades	■ Variaciones superiores a ±20 mm.

FASE	2	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Fijación.	1 cada 10 unidades	■ Fijación deficiente.
2.2	Conexiones de cables.	1 cada 10 unidades	■ Conexiones defectuosas a la red de alimentación eléctrica. ■ Conexiones defectuosas a la línea de tierra.
2.3	Número de lámparas.	1 cada 10 unidades	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

IOA020 Alumbrado de emergencia en zonas comunes. 8,00 Ud

IOS020 Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con 1,00 Ud
categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.

IOX010 Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión 1,00 Ud
incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación de las luminarias.	1 por garaje	■ Inexistencia de una luminaria en cada puerta de salida y en cada posición en la que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad.
1.2	Altura de las luminarias.	1 por unidad	■ Inferior a 2 m sobre el nivel del suelo.

ISB010 Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo 30,48 m
de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

FASE	1	Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación de la bajante.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Dimensiones, aplomado y trazado.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 10 m	■ No se han respetado.	
1.4	Situación de los elementos de sujeción.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.5	Separación entre elementos de sujeción.	1 cada 10 m	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.	

FASE	2	Presentación en seco de los tubos.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	3	Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
3.1	Disposición, tipo y número.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

FASE	4	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
4.1	Uniones y juntas.	1 cada 10 m	■ Falta de resistencia a la tracción.	
4.2	Limpieza de las uniones entre piezas.	1 cada 10 m	■ Existencia de restos de suciedad.	
4.3	Estanqueidad.	1 cada 10 m	■ Falta de estanqueidad.	

- Pruebas de servicio

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ISB020 Bajante vista en el exterior para aguas pluviales

33,34 m

FASE	1	Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación de la bajante.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Dimensiones, aplomado y trazado.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 10 m	■ No se han respetado.	
1.4	Situación de los elementos de sujeción.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.5	Separación entre elementos de sujeción.	1 cada 10 m	■ Superior a 150 cm.	

FASE	2	Presentación en seco de los tubos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Disposición, tipo y número.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	4	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Piezas de remate.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
4.2	Desplome.	1 cada 10 m	■ Superior al 1%.
4.3	Limpieza de las uniones entre piezas.	1 cada 10 m	■ Existencia de restos de suciedad.
4.4	Juntas entre piezas.	1 por junta	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto. ■ Colocación irregular.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ISB044

Terminal de aireación

4,00 Ud

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Montaje y conexionado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Limpieza.	1 por unidad	■ Existencia de restos de suciedad.

ISC010 Canalón cuadrado de zinc-titanio, natural, de desarrollo 333 mm, 0,65 mm de 69,01 m espesor y recorte de baquetón.

FASE	1	Replanteo del recorrido del canalón y de la situación de los elementos de sujeción.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Longitud del tramo.	1 cada 20 m	■ Superior a 10 m.
1.3	Distancia entre bajantes.	1 cada 20 m	■ Superior a 20 m.

FASE	2	Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Distancia entre abrazaderas.	1 cada 20 m	■ Superior a 50 cm.

FASE	3	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Pendientes.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.2	Solape.	1 cada 20 m	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

ISD005 Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 6,53 m 32 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.

ISD005b Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 12,35 m 40 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.

ISD005c Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 1,56 m 75 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.

ISD005d Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 2,64 m 90 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.

ISD005e Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, de 5,30 m 110 mm de diámetro, unión pegada con adhesivo.

FASE	1	Presentación de tubos.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	2	Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Disposición, tipo y número de bridas o ganchos de sujeción.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Pendientes.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Pasos a través de elementos constructivos.	1 cada 10 m	■ Ausencia de pasamuros.
3.2	Número y tipo de soportes.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.3	Separación entre soportes.	1 cada 10 m	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
3.4	Tipo, material, situación y diámetro.	1 cada 10 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
3.5	Uniones y juntas.	1 cada 10 m	■ Falta de resistencia a la tracción.

- Pruebas de servicio

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

ISD008 Bote sifónico de PVC, de 110 mm de diámetro, con tapa ciega de acero 4,00 Ud inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado.

FASE	1	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Nivelación.	1 por unidad	■ No coincidencia con la rasante del pavimento.
1.2	Diámetro.	1 por unidad	■ Inferior a 110 mm.
1.3	Unión del prolongador con el bote sifónico.	1 por unidad	■ Falta de estanqueidad.
1.4	Fijación al forjado.	1 por unidad	■ Existencia de holgura.
1.5	Distancia del bote sifónico a la bajante.	1 por unidad	■ Superior a 2 m.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de estanqueidad parcial.	
Normativa de aplicación	CTE. DB-HS Salubridad

IVA010 Suministro y colocación de aireador de admisión graduable, de aluminio lacado 8,00 Ud en color a elegir de la carta RAL, con válvula reguladora, caudal máximo 10 l/s, de 1250x100x40 mm, con rejilla incorporada de 312x40 mm, aislamiento acústico de 39 dBA y filtro antipolución. Incluso elementos de fijación.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Altura.	1 por unidad	■ Inferior a 1,8 m sobre el nivel del suelo.

IVA010b Suministro y colocación de aireador de paso, de aluminio, caudal máximo 15 3,00 Ud l/s, de 725x20x82 mm, con silenciador acústico de espuma de resina de melamina y aislamiento acústico de 34 dBA. Incluso elementos de fijación.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 por unidad	■ Difícilmente accesible.

IVA010c Suministro y montaje de boca de extracción, autorregulable, caudal máximo 9,00 Ud 21 l/s, aislamiento acústico de 39,8 dBA formada por rejilla color blanco, cuerpo de plástico color blanco de 150x33x150 mm con cuello de conexión de 125 mm de diámetro, junta de caucho y regulador de plástico con membrana de silicona y muelle de recuperación. Incluso elementos de fijación.

IVA010d Suministro y montaje de boca de extracción, autorregulable, caudal máximo 1,00 Ud 25 l/s, aislamiento acústico de 56 dBA formada por rejilla, cuerpo de plástico color blanco de 170 mm de diámetro exterior con cuello de conexión de 125 mm de diámetro y regulador de plástico. Incluso elementos de fijación.

FASE	1	Replanteo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Distancia al techo.	1 por unidad	■ Superior a 200 mm.
1.2	Distancia a cualquier rincón o esquina.	1 por unidad	■ Inferior a 100 mm.

IVM036 Suministro e instalación en el extremo exterior del conducto de extracción 1,00 Ud (boca de expulsión) de ventilador helicoidal para tejado, con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio, cuerpo y sombrerete de aluminio, base de acero galvanizado y motor para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, grado de protección IP65, de 835 r.p.m., potencia absorbida 0,22 kW, caudal máximo 3900 m³/h, nivel de presión sonora 52 dBA, con malla de protección contra la entrada de hojas y pájaros, para conducto de extracción de 450 mm de diámetro. Incluso accesorios y elementos de fijación.

IVM036b Suministro e instalación en el extremo exterior del conducto de extracción 1,00 Ud (boca de expulsión) de ventilador helicoidal para tejado, con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio, cuerpo y sombrerete de aluminio, base de acero galvanizado y motor para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, grado de protección IP65, de 835 r.p.m., potencia absorbida 0,22 kW, caudal máximo 3900 m³/h, nivel de presión sonora 52 dBA, con malla de protección contra la entrada de hojas y pájaros, para conducto de extracción de 450 mm de diámetro. Incluso accesorios y elementos de fijación.

IVM036c Suministro e instalación en el extremo exterior del conducto de extracción 1,00 Ud (boca de expulsión) de ventilador helicoidal para tejado, con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio, cuerpo y sombrerete de aluminio, base de acero galvanizado y motor para alimentación monofásica a 230 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, grado de protección IP65, de 835 r.p.m., potencia absorbida 0,22 kW, caudal máximo 3900 m³/h, nivel de presión sonora 52 dBA, con malla de protección contra la entrada de hojas y pájaros, para conducto de extracción de 450 mm de diámetro. Incluso accesorios y elementos de fijación.

IVK030 Suministro y montaje en el extremo exterior del conducto de extracción (boca 1,00 Ud de expulsión) de aspirador estático prefabricado de hormigón cuadrado, de 50x50 cm, con pieza de terminación, para ventilación de cocinas. Incluso tapa, base de fijación y adhesivo cementoso para fijación.

FASE	1	Replanteo.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Altura de la boca de expulsión en la cubierta del edificio.	1 por unidad	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

IVV020e Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero 3,89 m galvanizado de pared simple helicoidal, de 100 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición vertical. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

IVV020f Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero 2,99 m galvanizado de pared simple helicoidal, de 125 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición vertical. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

IVV020g Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero 5,06 m galvanizado de pared simple helicoidal, de 135 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición vertical. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

FASE	1	Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción.		
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo	
1.1	Situación.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	
1.2	Dimensiones, aplomado y trazado.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.	

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 20 m	■ No se han respetado.

FASE	2	Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Disposición, tipo y número.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	4	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Uniones y juntas.	1 cada 20 m	■ Falta de resistencia a la tracción.
4.2	Limpieza de las uniones entre piezas.	1 cada 20 m	■ Existencia de restos de suciedad.
4.3	Estanqueidad.	1 cada 20 m	■ Falta de estanqueidad.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	UNE-EN 12237. Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica

IVV020h Conducto circular de ventilación formado por tubo de chapa de acero 13,77 m galvanizado de pared simple helicoidal, de 100 mm de diámetro y 0,5 mm de espesor, colocado en posición horizontal. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

FASE	1	Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Situación.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.2	Dimensiones y trazado.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
1.3	Volúmenes de protección y prohibición respecto a otras instalaciones o elementos.	1 cada 20 m	■ No se han respetado.

FASE	2	Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Número, tipo y dimensiones.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Disposición, tipo y número.	1 cada 20 m	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	4	Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Uniones y juntas.	1 cada 20 m	■ Falta de resistencia a la tracción.
4.2	Limpieza de las uniones entre piezas.	1 cada 20 m	■ Existencia de restos de suciedad.
4.3	Estanqueidad.	1 cada 20 m	■ Falta de estanqueidad.

- **Pruebas de servicio**

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.	
Normativa de aplicación	UNE-EN 12237. Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica

NAA010 Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad 12,86 m terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

NAA010b Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad 7,04 m terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

NAA010c Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada 2,06 m superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

NAA010d Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada 80,71 m superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

NAA010e Aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada 2,31 m superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

NAA010f Aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad 11,84 m terminal, de longitud igual o superior a 5 m en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

FASE	1	Colocación del aislamiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Colocación.	1 cada 50 m	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de continuidad. ■ Solapes insuficientes.

RAG110 Alicatado azulejo Lambda 60x60 cm

118,01 m²

FASE	1	Preparación de la superficie soporte.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Estado del soporte.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presencia de humedad.
1.2	Limpieza.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de restos de suciedad.

FASE	2	Replanteo de los niveles, de la disposición de piezas y de las juntas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Disposición de las piezas.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
2.2	Juntas de colocación, de partición, perimetrales y estructurales.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

FASE	3	Preparación y aplicación del material de colocación.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Tiempo útil de la mezcla.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	4	Formación de juntas de movimiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Juntas de partición y perimetrales.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante. ■ Falta de continuidad.

FASE	5	Colocación de las piezas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Colocación de las piezas.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desviación entre dos piezas adyacentes superior a 1 mm. ■ Falta de alineación en alguna junta superior a ±2 mm, medida con regla de 1 m.
5.2	Espesor de las juntas de colocación.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diferente de 3 mm.

FASE	6	Rejuntado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Limpieza de las juntas.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de restos de suciedad.
6.2	Aplicación del material de rejuntado.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ No han transcurrido como mínimo 24 horas desde la colocación de las piezas. ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
6.3	Continuidad en el rejuntado.	1 cada 30 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presencia de coqueras.

FASE	7	Acabado y limpieza final.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Planeidad.	1 cada 30 m ²	■ Variaciones superiores a ±3 mm, medidas con regla de 2 m.
7.2	Nivelación entre piezas.	1 cada 30 m ²	■ Variaciones superiores a ±2 mm.
7.3	Alineación de las juntas de colocación.	1 cada 30 m ²	■ Variaciones superiores a ±2 mm, medidas con regla de 1 m.
7.4	Limpieza.	1 en general	■ Existencia de restos de suciedad.

RFP010 Pintura plástica lisa mate lavable estándar color blanco.

688,01 m²

FASE	1	Preparación, limpieza y lijado previo del soporte.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Estado del soporte.	1 por paramento	■ Existencia de restos de suciedad.
1.2	Lijado.	1 por paramento	■ Existencia de pequeñas adherencias o imperfecciones.

FASE	2	Preparación de la mezcla.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Tiempo de espera de la mezcla, antes de ser utilizada.	1 por amasada	■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	3	Aplicación de una mano de fondo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Rendimiento.	1 por paramento	■ Inferior a 0,096 l/m ² .

FASE	4	Aplicación de dos manos de acabado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Tiempo de espera entre capas.	1 por paramento	■ Inferior a 3 horas.
4.2	Rendimiento de cada mano.	1 por paramento	■ Inferior a 0,1 l/m ² .
4.3	Acabado.	1 por paramento	■ Existencia de descolgamientos, cuarteaduras, fisuras, desconchados, bolsas o falta de uniformidad.
4.4	Color de la pintura.	1 por paramento	■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.

RSG010 Solado gres porcelánico 30,6x30,6 cm c/ rodamiento

119,31 m²

RSG010b Solado gres porcelánico 50x50 cm c/ rodamiento

84,91 m²

FASE	1	Limpieza y comprobación de la superficie soporte.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Planeidad.	1 cada 400 m ²	■ Variaciones superiores a ±3 mm, medidas con regla de 2 m.
1.2	Limpieza.	1 cada 400 m ²	■ Existencia de restos de suciedad.

FASE	2	Replanteo de la disposición de las piezas y juntas de movimiento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Juntas de colocación, de partición, perimetrales y estructurales.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de continuidad.

FASE	3	Aplicación del adhesivo.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Espesor y extendido del adhesivo.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	4	Colocación de las baldosas a punta de paleta.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Colocación de las baldosas.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presencia de huecos en el adhesivo. ■ No se han colocado antes de concluir el tiempo abierto del adhesivo. ■ Desviación entre dos baldosas adyacentes superior a 1 mm. ■ Falta de alineación en alguna junta superior a ±2 mm, medida con regla de 1 m.
4.2	Planeidad.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ±3 mm, medidas con regla de 2 m.
4.3	Separación entre baldosas.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 0,15 cm. ■ Superior a 0,3 cm.

FASE	5	Formación de juntas de partición, perimetrales y estructurales.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Juntas de partición y perimetrales.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Espesor inferior a 0,5 cm. ■ Profundidad inferior al espesor del revestimiento. ■ Diferencias respecto a las especificaciones de proyecto.
5.2	Juntas estructurales existentes.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se ha respetado su continuidad hasta el pavimento.

FASE	6	Rejuntado.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Limpieza de las juntas.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de restos de suciedad.
6.2	Aplicación del material de rejuntado.	1 cada 400 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ No han transcurrido como mínimo 24 horas desde la colocación de las baldosas. ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	7	Limpieza final del pavimento.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
7.1	Limpieza.	1 en general	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de restos de suciedad.

RSM020 Suelo de madera de roble.

152,23 m²

FASE	1	Replanteo de los ejes de los rastreles y marcado de niveles.	
------	---	--	--

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Replanteo.	1 cada 100 m ²	■ Los ejes de los rastreles no se han colocado paralelos al lado más corto de la estancia.

FASE	2	Colocación, nivelación y fijación de rastreles.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Atornillado de los rastreles al soporte.	1 cada 100 m ²	■ Los tornillos tienen una longitud insuficiente para atravesar el rastrel y penetrar en el soporte un mínimo de 2,5 cm.
2.2	Nivelación.	1 cada 100 m ²	■ No se han utilizado cuñas de madera para calzar los rastreles en todos aquellos puntos donde exista holgura entre éstos y el soporte.

FASE	3	Colocación de las tablas de madera.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Situación.	1 cada 100 m ²	■ No se han colocado las lamas en paralelo al lado de mayor longitud de la estancia.
3.2	Junta entre las lamas de la primera fila y las paredes o elementos verticales.	1 cada 100 m ²	■ Inferior a 1,5 cm.
3.3	Clavado de la primera fila y de la última fila.	1 cada 100 m ²	■ El clavo no ha entrado perpendicularmente al rastrel.
3.4	Encuentros de las lamas en su dimensión menor.	1 cada 100 m ²	■ No se han apoyado encima del eje de los rastreles.

RRY001 Trasdoso autoportante de placas de yeso laminado.

433,64 m²

FASE	1	Replanteo y trazado en el forjado inferior y en el superior de los perfiles.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Replanteo y espesor.	1 cada 50 m ²	■ Variaciones superiores a ±20 mm.
1.2	Zonas de paso y huecos.	1 por hueco	■ Variaciones superiores a ±20 mm.

FASE	2	Replanteo sobre el paramento de las maestras.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
2.1	Separación entre maestras.	1 cada 50 m ²	■ Superior a 600 mm.

FASE	3	Colocación y anclaje al paramento soporte de los perfiles auxiliares.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
3.1	Separación entre fijaciones de las maestras al paramento soporte.	1 cada 50 m ²	■ Superior a 60 cm.
3.2	Situación de las fijaciones en las maestras.	1 cada 50 m ²	■ No se han colocado por parejas, una en cada ala del perfil.
3.3	Zonas inferior y superior del paramento.	1 cada 50 m ²	■ Ausencia de perfiles.
3.4	Zonas de paso y huecos.	1 cada 50 m ²	■ Ausencia de piezas especiales.

FASE	4	Fijación de las placas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.1	Unión a otros trasdosados.	1 por encuentro	■ Unión no solidaria con otros trasdosados.
4.2	Encuentro con elementos estructurales verticales.	1 por encuentro	■ Encuentro no solidario con elementos estructurales verticales.

	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
4.3	Planeidad.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Variaciones superiores a ±5 mm, medidas con regla de 1 m. ■ Variaciones superiores a ±20 mm en 10 m.
4.4	Desplome.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Desplome superior a 0,5 cm en una planta.
4.5	Holgura entre las placas y el pavimento.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inferior a 1 cm. ■ Superior a 1,5 cm.
4.6	Remate superior.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ No se ha rellenado la junta.
4.7	Disposición de las placas en los huecos.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.
4.8	Cabezas de los tornillos que sujetan las placas.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Existencia de fragmentos de celulosa levantados en exceso, que dificulten su correcto acabado.
4.9	Separación entre placas contiguas.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Superior a 0,3 cm.

FASE	5	Replanteo de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, y posterior perforación de las placas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
5.1	Perforaciones.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Incumplimiento de las prescripciones del fabricante.

FASE	6	Tratamiento de juntas.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
6.1	Cinta de juntas.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de cinta de juntas. ■ Falta de continuidad.
6.2	Aristas vivas en las esquinas de las placas.	1 cada 50 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausencia de tratamiento. ■ Tratamiento inadecuado para el revestimiento posterior.

RRX010 Aislamiento térmico por el interior de la hoja exterior

25,60 m²

FASE	1	Colocación de los paneles.	
	Verificaciones	Nº de controles	Criterios de rechazo
1.1	Colocación de los paneles.	1 cada 100 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presencia de huecos en el adhesivo. ■ No se han colocado antes de concluir el tiempo abierto del adhesivo. ■ La colocación no se ha realizado a testa.

3.11.4. CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA OBRA TERMINADA: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

En el apartado del Pliego del proyecto correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado se establecen las verificaciones y pruebas de servicio a realizar por la empresa constructora o instaladora, para comprobar las prestaciones finales del edificio; siendo a su cargo el coste de las mismas.

Se realizarán tanto las pruebas finales de servicio prescritas por la legislación aplicable, contenidas en el preceptivo ESTUDIO DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA redactado por el director de ejecución de la obra, como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las que pudiera ordenar la dirección facultativa durante el transcurso de la obra.

3.11.5. VALORACIÓN ECONÓMICA

Atendiendo a lo establecido en el Art. 11 de la LOE, es obligación del constructor ejecutar la obra con sujeción al proyecto, al contrato, 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, acreditando mediante el aporte de certificados, resultados de pruebas de servicio, ensayos u otros documentos, dicha calidad exigida.

El coste de todo ello corre a cargo y cuenta del constructor, sin que sea necesario presupuestarlo de manera diferenciada y específica en el capítulo "Control de calidad y Ensayos" del presupuesto de ejecución material del proyecto.

En este capítulo se indican aquellos otros ensayos o pruebas de servicio que deben ser realizados por entidades o laboratorios de control de calidad de la edificación, debidamente homologados y acreditados, distintos e independientes de los realizados por el constructor. El presupuesto estimado en este Plan de control de calidad de la obra, sin perjuicio del previsto en el preceptivo ESTUDIO DE PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA, a confeccionar por el director de ejecución de la obra, asciende a la cantidad de 726,84 Euros.

A continuación, se detalla el capítulo de Control de calidad y Ensayos del Presupuesto de Ejecución material (PEM).

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	Ud Ensayo de consistencia y resistencia del hormigón de un mismo lote.	1,00	96,82	96,82
2	Ud Prueba estática de barandilla.	1,00	290,47	290,47
3	Ud Prueba de servicio de fachada.	1,00	187,85	187,85
4	Ud Conjunto de pruebas de servicio de las instalaciones en vivienda.	1,00	151,70	151,70
TOTAL:				726,84

3.12. HABITABILIDAD

El proyecto cumple los requisitos establecidos en el Decreto 29/2010, de 4 de marzo, por el que se aprueban las Normas de Habitabilidad de Viviendas en Galicia que establece lo siguiente en cuanto su ámbito de aplicación.

El presente decreto tiene por objeto establecer las condiciones de habitabilidad aplicables a las viviendas en edificaciones de nueva construcción, así como regular los requisitos que deben cumplir las obras de rehabilitación u obras de ampliación de edificaciones existentes, con el fin de que las viviendas objeto de dichas obras alcancen unas condiciones mínimas de habitabilidad.

El cumplimiento de las condiciones de habitabilidad se justifica en la los planos 57, 58 y 59 de Cumplimiento de NHV.

3.13. SEGURIDAD Y SALUD

El artículo 4 del *Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, establece que:

Artículo 4. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:
 - a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €)
 - b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
 - c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
 - d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.
2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En conclusión, por las condiciones del proyecto, el promotor está obligado a confeccionar el correspondiente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cuya presentación será imprescindible para obtener las licencias de obra.

No obstante, y dado que el presente es un proyecto de carácter meramente académico, se ha obviado la realización del referido Estudio de Seguridad y Salud.