

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ARQUITECTURA TÉCNICA DE A CORUÑA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN GRÁFICA

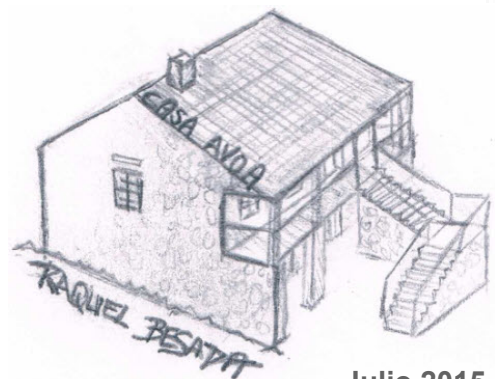
TRABAJO FIN DE GRADO

REHABILITACIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TUI PARA IGUAL USO

TOMO II: MEMORIA ESTADO REFORMADO

AUTOR: RAQUEL BESADA DURÁN

TUTOR: JOSE LUIS RODILLA LÓPEZ



Julio 2015

ÍNDICE

1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ESTADO REFORMADO	103
1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES	103
1.2 DESCRICIÓN DEL PROYECTO	105
1.3 ORGANIGRAMA	106
1.4 CUADRO DE SUPERFICIES.....	107
2 MEMORIA CONSTRUCTIVA	108
2.1 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO	108
2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	108
2.2.1 CIMENTACIÓN.....	108
2.2.2 ESTRUCTURA PORTANTE.....	108
2.2.3 ESTRUCTURA HORIZONTAL.....	109
2.2.4 ESCALERAS	109
2.3 SISTEMA ENVOLVENTE	110
2.3.1 SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	110
2.3.1.1 FORJADOS SANITARIOS	110
2.3.2 FACHADAS.....	112
2.3.2.1 PARTE CIEGA DE LAS FACHADAS	112
2.3.2.2 HUECOS EN FACHADA	116
2.3.3 CUBIERTAS.....	131
2.3.3.1 PARTE MACIZA DE LA AZOTEA.....	131
2.3.3.2 PARTE MACIZA DE LOS TEJADOS	132
2.4 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN	132
2.4.1 COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR VERTICAL.....	133
2.4.1.1 PARTE CIEGA DE LA COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR VERTICAL.....	133
2.4.1.2 HUECOS VERTICALES INTERIORES	136
2.4.2 COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR HORIZONTAL	138
2.5 SISTEMA DE ACABADOS	139
2.5.1 SUELOS	139
2.5.1.1 PAVIMENTOS EXTERIORES.....	139
2.5.1.2 PAVIMENTOS INTERIORES	140
2.5.2 PAREDES.....	140
2.5.3 TECHOS.....	140
2.6 SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES	140
2.6.1 SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	141
2.6.2 SUBSISTEMA DE PARARRAYOS.....	142
2.6.3 SUBSISTEMA DE ELECTRICIDAD.....	142
2.6.4 SUBSISTEMA DE ALUMBRADO	146
2.6.5 SUBSISTEMA DE FONTANERÍA	147
2.6.6 SUBSISTEMA DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS	150
2.6.7 SUBSISTEMA DE VENTILACIÓN.....	152
2.6.8 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.....	153
2.6.9 SUBSISTEMA DE INSTALACIONES TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	154
2.6.10 SUBSISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	157
2.7 EQUIPAMIENTO	161
2.8 URBANIZACIÓN	162



3 CUMPLIMIENTO DEL CTE Y OTROS REGLAMENTOS.....	163
3.1 CUMPLIMIENTO DEL C.T.E.	163
3.2 CUMPLIMIENTO DE OTROS REGLAMENTOS	164
3.3 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	164
4 ANEJOS.....	165
4.1 ANEJO 1: DB-SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	165
4.1.1 <i>CONDICIONES</i>	165
4.1.1.1 EXIGENCIAS BÁSICA DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DB-SE.....	165
4.1.1.1.1 Resistencia y estabilidad SE-1	165
4.1.1.1.2 Aptitud de servicio SE-2	169
4.1.1.2 ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN DB-SE-AE	170
4.1.1.2.1 Acciones permanentes	170
4.1.1.2.2 Acciones variables	171
4.1.1.3 ACERO DB-SE-A.....	174
4.1.1.3.1 BASES DE CÁLCULO.....	174
4.1.1.3.2 MATERIALES	174
4.1.1.3.3 ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS.....	175
4.1.1.4 MADERA DB-SE-M	176
4.1.1.4.1 Bases de cálculo.....	176
4.1.1.4.2 Materiales.....	177
4.1.1.4.3 Estados límites últimos	178
4.1.2 <i>CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA</i>	180
4.1.3 <i>ELEMENTOS ESTRUCTURALES</i>	181
4.1.3.1 Cimentaciones	181
4.1.3.2 Forjados.....	181
4.1.3.3 Cubiertas	181
4.1.4 <i>COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS</i>	181
4.1.4.1 FORJADO PLANTA BAJA	182
4.1.4.1.1 VIGA.....	183
4.1.4.1.2 VIGUETA	202
4.1.4.2 FORJADO DE CUBIERTA	221
4.1.4.2.1 PAR DE CUBIERTA	221
4.1.4.2.2 TIRANTE DE CUBIERTA.....	244
4.1.4.2.3 VIGA DE CUMBRERA	261
4.1.4.3 PILAR DE HORMIGÓN	282
4.2 ANEJO2: DB-SI: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO	295
4.2.1 <i>SI 1: PROPAGACIÓN INTERIOR</i>	295
4.2.2 <i>SI 2: PROPOAGACIÓN EXTERIOR</i>	297
4.2.3 <i>SI 3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES</i>	299
4.2.4 <i>SI 4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</i>	302
4.2.5 <i>SI 5: INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS</i>	304
4.2.6 <i>SI 6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA</i>	304
4.3 ANEJO 3:.....	305
DB-SUA: SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD	305
4.3.1 <i>SUA 1: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS</i>	305
4.3.2 <i>SUA 2: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO</i>	308
4.3.3 <i>SUA 3: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO</i>	309
4.3.4 <i>SUA 4: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA</i>	309
4.3.5 <i>SUA 5: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES CON ALTA</i>	
<i>OCUPACIÓN</i>	311
4.3.6 <i>SUA 6: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO</i>	311



4.3.7 SUA 7: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO....	311
4.3.8 SUA 8: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO.....	312
4.3.9 SUA 9: ACCESIBILIDAD.....	313
4.4 ANEJO 4: DB-HS: SALUBRIDAD	314
4.4.1 HS 1: PROTECCIÓN CONTRA LA HUMEDAD.....	314
4.4.2 HS 2: RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS	345
4.4.3 HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.....	346
4.4.4 HS 4: SUMINISTRO DE AGUA.....	351
4.4.5 HS 5: EVACUACIÓN DE AGUAS	353
4.5 ANEJO 5: DB-HR: PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO	361
4.6 ANEJO 6: DB-HE: AHORRO DE ENERGÍA	364
4.6.1 HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO.....	364
4.6.2 HE 1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA.....	370
4.6.3 HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.....	378
4.6.4 HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	378
4.6.5 HE 4: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	379
4.6.6 HE 5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	389
4.7 ANEJO 7: REGLAMENTO ELECTRÓNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT)	389
4.8 ANEJO 8: REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS (RITE)	395
4.9 ANEJO 9: REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN	406
4.10 ANEJO 10: NORMAS DE HABITABILIDAD DE GALICIA	410
4.11 ANEJO 11: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	410
4.12 ANEJO 12: GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	421
4.13 ANEJO 13: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	435
5 BIBLIOGRAFÍA.....	455
5.1 HEMEROTECA	455
5.2 PÁGINAS WEB	456
5.3 PROGRAMAS UTILIZADOS.....	457



1 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ESTADO REFORMADO

1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES

El objeto del presente proyecto se basa en la rehabilitación y acondicionamiento de una vivienda unifamiliar y su construcción anexa, con el fin de proporcionarle un uso residencial. Para ello, será necesario realizar una redistribución general de los espacios de la edificación, incorporando todo lo necesario para satisfacer las necesidades actuales de confort y comodidad, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de la normativa vigente.

Aprovechando la oportunidad de una herencia familiar y por petición de los propietarios, todos los trabajos que se realicen irán encaminados a conservar y preservar las características de la construcción original (previa a diversas reformas a las que ha sido sometida a lo largo del tiempo); manifestando de esta forma su deseo de respetar en la medida de lo posible la estética de la edificación, utilizando en su rehabilitación materiales propios de la zona o similares a los utilizados en la obra inicial de la vivienda.

Para llevar a cabo el proyecto se realizarán una serie de actuaciones, dirigidas a adecuar y actualizar dicha construcción con el fin de que desempeñe su uso residencial, tales como: conservar o rehabilitar los elementos que se consideren de relevancia constructiva o cultural, demoler los componentes deteriorados que no cumplan con las características mínimas exigibles, incorporar, modernizar y/o redimensionar las instalaciones necesarias para las demandas previsibles, dotar al entorno de la vivienda de zonas verdes y ajardinadas que embellecerán la parcela.

A continuación se detalla de forma más exhaustiva las intervenciones que se llevarán a cabo durante la rehabilitación de la vivienda:

- Eliminación tanto del material de cobertura como de todos los elementos de estructura de cubierta deteriorados, para una remodelación de la estructura, y la disposición de un nuevo material de cobertura.
- Demolición de la tabiquería interior formada por ladrillo hueco sencillo, al igual que todos los forjados existentes, tanto de hormigón como de madera; por lo que, en el interior se demolerá todo a excepción de los muros de carga. Se ejecutarán los derribos de arriba hacia abajo. Además, los muros de la fachada este que conforman el recibidor, la salita y la antigua cocina serán desmontados con el objeto de dotar a la vivienda del porche que en antaño disponía pero, que con el paso del tiempo se eliminó.
- Se ejecutará el desmonte de tierras en el interior de la construcción y, demás procedimientos para la construcción de un forjado sanitario, abriendo los huecos



necesarios en los muros de carga para la ventilación de la cámara de dicho forjado sanitario.

- Se realizarán aperturas de huecos en las distintas fachadas, conservando los huecos existentes a excepción de los pertenecientes a la parte de la fachada este que se desmontará.
- Construcción de forjado sanitario en planta baja mediante el uso de bovedillas de polipropileno tipo "caviti" para un mejor aislamiento del terreno y, de entramado de madera de castaño de la planta alta.
- Los muros de mampostería exteriores serán objeto de tratamientos superficiales consistentes en limpieza, sustitución de material de rejuntado y aplicación de productos hidrófugos en su superficie, siguiendo las directrices marcadas en las fichas patológicas. Además; se trasdosarán por su cara interior con aislamiento térmico y placa de yeso laminado.
- Colocación de falso techo continuo de placas de escayola en forjados que delimiten con ambiente exterior, quedando los restantes espacios con la estructura vista.
- Se levantarán las particiones interiores verticales correspondientes a cada uno de los espacios que conforman la construcción.
- Se desecharán todas las carpinterías, debido a su falta de estanqueidad y aislamiento, colocando unas nuevas que cumplan con las condiciones requeridas por la normativa aplicable.
- Se dotará la vivienda de las instalaciones necesarias, sustituyendo la existente.
- Se construirá una acera perimetral a la casa y un sendero que comunique la entrada a la propiedad con el garaje, ambos serán de hormigón impreso.
- La finca dispone de cierre perimetral. En la parte de la parcela en donde se encuentra el acceso a la propiedad desde la vía pública, dispone de un muro de mampostería partido en dos tramos debido a la entrada a la finca. Este muro posee distintas alturas en cada tramo, en donde el tramo con mayor longitud tiene de una altura de 1.80 m, mientras que el otro tramo, que corresponde al situado delante de la fachada norte de la vivienda alcanza tan sólo 1 m de altura, por lo que; para subsanar la diferencia de altura entre los dos tramos, se colocará una malla metálica galvanizada y plastificada color ral 6009 verde abeto, fijada a pilares de hormigón chapados en piedra que nacen en el propio muro de mampostería. El resto del cierre perimetral de la finca, se compone de pastas de perpiaño de 1,80 m de altura, que no se intervendrán debido a su buen estado. En la parte interior del muro que compone el cierre perimetral se realizará una plantación de seto de laurel real a modo de cierre natural.



1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A partir de la rehabilitación, la vivienda se divide en dos zonas. Una primera zona, destinada más al uso y necesidades diarias y, una segunda zona orientada principalmente al ocio.

Ambas zonas funcionarán como una única unidad, que estarán comunicadas entre sí a través de la planta baja. Cada zona a su vez, dispondrá de una entrada independiente que desembocará en su espacio principal.

Cabe destacar la existencia de una zona prevista para la colocación del ascensor si fuera necesario, que se sitúa entre la fachada principal y la zona contigua a las escaleras, que en el caso de ser necesario desembocaría en el porche.

Por tanto la vivienda queda organizada de la siguiente manera:

- **PLANTA BAJA**

En esta planta existen cinco entradas a la vivienda, dos de las entradas se encuentran en la fachada este, otras dos en la fachada norte y una última en la fachada oeste.

La entrada situada más al sur da acceso únicamente al cuarto de instalaciones. La otra entrada en esta misma fachada, es la principal que da acceso al distribuidor y, que comunica a su vez con el aseo, el salón-comedor (en donde se encuentran unas escaleras a mano izquierda de un solo tramo que dan acceso por el interior de la vivienda a la planta alta), con la cocina y con una pequeña zona de horno-barbacoa, que por una parte da acceso al exterior a través de una puerta en la fachada oeste y por el lado opuesto, sirve de elemento de conexión con la zona de estar.

Este recinto está destinado principalmente al ocio, reuniones, celebraciones, etc. de ahí su consideración de polivalente, en su interior se ubican unas escaleras anexas a la partición interior; que al igual que las escaleras anteriormente citadas son rectas y de un solo tramo, permitiendo de esta forma el acceso a la planta superior, siendo en este caso la única forma de acceder a dicha planta, en donde se encuentran dos amplias habitaciones con sus respectivos vestidores y baños.

Frente a estas escaleras ubicadas en la zona polivalente se encuentra una puerta que comunica con el garaje. Tanto la zona de estar como el garaje, disponen de puntos de entrada a la vivienda, que se sitúan en ambos casos en la fachada norte.



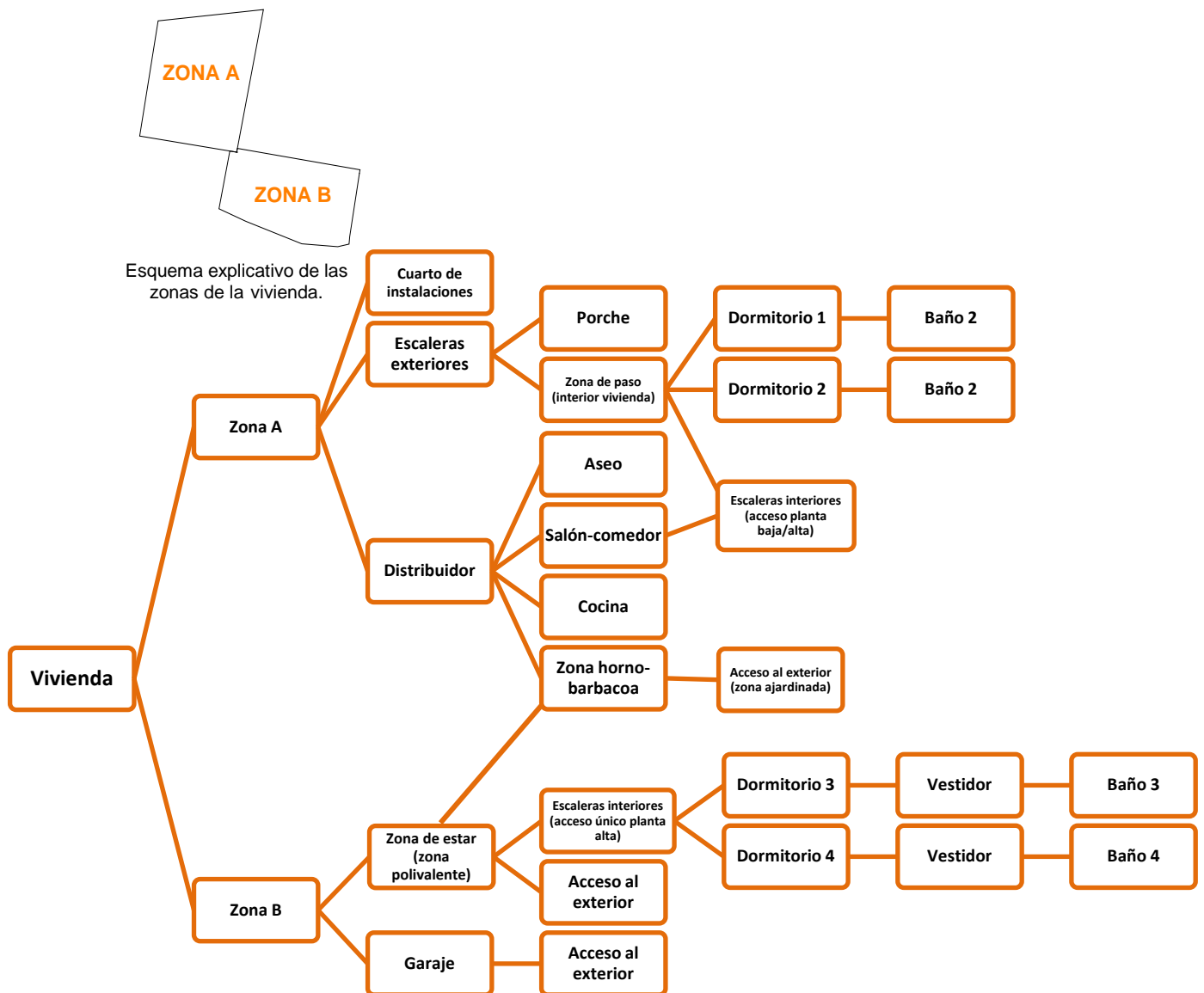
• PLANTA ALTA

El interior de esta planta está destinada principalmente a dormitorios con sus correspondientes baños integrados en las propias habitaciones, con el objetivo de proporcionar mayor intimidad y comodidad a los usuarios.

Para poder acceder a los dormitorios 1 y 2, existen dos opciones, a través de las escaleras interiores que se encuentran integradas en el salón-comedor o, mediante las escaleras exteriores que desembocan en el porche y a su vez, dan acceso al interior de la vivienda.

Sin embargo, en el caso de los dormitorios 3 y 4, su único punto de acceso es a través de las escaleras situadas en la zona de estar, comentada anteriormente.

1.3 ORGANIGRAMA



1.4 CUADRO DE SUPERFICIES

PLANTA BAJA	DEPENDENCIA	SUPERFICIE
	Cuarto de instalaciones:	3,43 m ²
	Salón-comedor:	28,32 m ²
	Aseo:	3,14 m ²
	Cocina:	17,65 m ²
	Distribuidor:	10,49 m ²
	Zona de horno-barbacoa:	9,35 m ²
	Zona de estar (polivalente):	25,42 m ²
	Garaje:	28,89 m ²
	Escaleras exteriores (separador de niveles):	7,82 m ²
	Superficie útil total:	145,66 m²
	Superficie construida:	181,42 m²

PLANTA ALTA	DEPENDENCIA	SUPERFICIE
	Dormitorio 1:	11,63 m ²
	Baño 1:	5,05 m ²
	Zona de paso:	12,30 m ²
	Dormitorio 2:	15,93 m ²
	Baño 2:	6,17 m ²
	Porche:	31,29 m ²
	Dormitorio 3:	14,83 m ²
	Baño 3:	6,23 m ²
	Vestidor 1:	3,97 m ²
	Escaleras interiores:	6,02 m ²
	Dormitorio 4:	18,92 m ²
	Baño 4:	5,89 m ²
	Vestidor 2:	4,15 m ²
	Superficie útil total:	142,38 m²
Superficie construida:	173,60 m²	

VIVIENDA

Superficie útil total:	288,04 m²
Superficie construida total:	355,02 m²



2 MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.1 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

No se ha efectuado ningún ensayo geotécnico, pero superficialmente el suelo es de grava arenosa con grandes rocas enterradas o semienterradas próximas a la edificación. Por lo que; a la hora de llevar a cabo los movimientos de tierra, se deberá tener en cuenta la posibilidad de encontrar grandes rocas enterradas. Cuando se realice el ensayo geotécnico se sabrán con mayor exactitud las características del terreno.

2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

2.2.1 CIMENTACIÓN

Los cimientos no serán objeto de intervención alguna en el desarrollo de este proyecto, puesto que no se observan signos de graves asentamientos diferenciales, quedando en la situación descrita en la memoria descriptiva del estado actual.

El problema existente sobre los muros es la presencia de humedad por capilaridad, por lo que se realizará un drenaje exterior al muro en el perímetro que sea posible, y se aplicará un tratamiento de electroósmosis en la cara interior del muro para invertir el sentido de circulación de la humedad en las zonas del muro donde no se pueda colocar el drenaje:

- Apertura de zanja a lo largo del perímetro exterior del muro con un ancho mínimo de 1,00 m y con una profundidad igual a la del muro, actuando de tal forma que no se altere la cimentación.
- Compactado de la base de zanja.
- Limpieza de la cara exterior del muro para favorecer la colocación de los sistemas de impermeabilización.
- Colocar la impermeabilización.

La actuación que se llevará a cabo con los muros es la descrita en las fichas patológicas del estado actual, subsanando los defectos provocados por la humedad.

2.2.2 ESTRUCTURA PORTANTE

Estructura formada por los muros de mampostería existentes, que seguirán ostentando el título de muros de carga, ya que sobre ellos se apoyarán los distintos forjados de piso y de cubierta.



Se llevarán a cabo labores de limpieza y rejuntado en los paramentos de dichos muros, así como la aplicación de productos tipo barniz de silicona para proteger la fachada de los deterioros producidos por las inclemencias atmosféricas.

Para cumplir con las elevadas exigencias de la normativa actual, en la cara interior del muro se realizará un trasdosado de aislamiento térmico de 10 cm, a continuación se dispondrá de una placa de yeso laminado de 2 cm y, finalmente se aplicará una pintura plástica como acabado.

2.2.3 ESTRUCTURA HORIZONTAL

El sistema estructural utilizado estará formado a base de entramados de vigas y viguetas de madera de castaño, de clase resistente D60, para todas ellas según el DB SE-M del CTE.

Las viguetas se apoyarán sobre las vigas quedando enrasadas con estas y unidas mediante un elemento de conexión o herraje de acero galvanizado de perfil oculto de 5 mm. de espesor con rigidizador interior y fijación mediante pernos de 16 mm. de diámetro y pasador de 16 mm. en vigueta.

Sobre el entramado de la estructura se dispone un panel sándwich formado por tablero aglomerado hidrófugo de 19 mm., aislante de poliestireno extruido de 80 mm., y tablero aglomerado hidrófugo de 10 mm., que se colocará en toda la superficie de los paños sobre las viguetas, encima de las cuales se posará un entablado de madera machihembrada de 10 mm de espesor.

Las vigas apoyarán en el muro sobre una cama de neopreno (elastómero) para el apoyo y mejor reparto de cargas sobre el muro, siempre dejando como mínimo 10 mm de holgura en el cajeadado para ventilar la madera en el encuentro y, que no se produzca pudrición por humedad.

La geometría y dimensiones de la estructura está reflejada en la documentación gráfica y en la memoria de cálculo de estructura.

2.2.4 ESCALERAS

- **ESCALERA EXTERIOR**

Se conservará la escalera exterior adecuándola a las exigencias de la normativa vigente, siendo considerada la actuación de demolición de la barandilla de dicha escalera. Además, se realizarán labores de limpieza y aplicación de productos protectores de la piedra ante la abrasión producida por el tránsito habitual, siguiendo las directrices indicadas en las fichas patológicas.



• ESCALERAS INTERIORES

Se pretende comunicar los dos niveles de la vivienda con la disposición de escaleras interiores de madera de castaño de un solo tramo y rectas de 351x90 cm en proyección horizontal, en ambos casos. Además; ambas escaleras no dispondrán de tabica, por lo que en el caso de la escalera situada en el salón-comedor (zona A) las huellas de la escalera irán encajadas en una viga zanca en un extremo y en el otro extremo irán ancladas al muro de mampostería a través de elementos de conexión o herrajes de acero galvanizado de perfil oculto.

Por otro lado, la escalera ubicada en la zona de estar (zona B), dispondrá de dos vigas zancas, donde las huellas irán apoyadas de tal manera que encajen perfectamente sobre ellas.

2.3 SISTEMA ENVOLVENTE

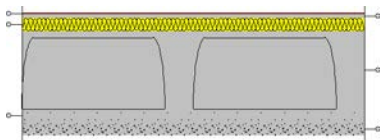
Acorde al “Apéndice A: Terminología” del CTE HE, se establecen las siguientes definiciones:

- **Envolvente edificatoria:** se forma por todos los cerramientos del edificio.
- **Envolvente térmica:** se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables, que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

2.3.1 SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

2.3.1.1 FORJADOS SANITARIOS

- **Forjado sanitario tipo caviti – Con acabado para zonas secas.**



Listado de capas:

1 - Tablero de partículas 270 < d < 450	1 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	3 cm
3 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10 cm
4 - Bovedillas de polipropileno tipo “caviti”	60 cm
5 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	10 cm
6 - Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	10 cm
Espesor total:	94 cm

Altura libre: 75 cm



Limitación de demanda energética U_s : 0.20 W/(m²·K)

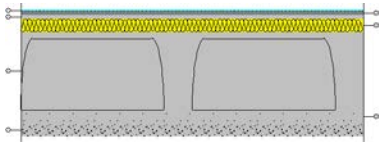
Detalle de cálculo (U_s)

(Para una longitud característica $B' = 4.1$ m)
 Superficie del forjado, A: 69.29 m²
 Perímetro del forjado, P: 33.91 m
 Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.69 m
 Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m
 Resistencia térmica del forjado, R_f: 3.79 m²·K/W
 Coeficiente de transmisión térmica del muro perimetral, U_w: 1.09 W/(m²·K)
 Factor de protección contra el viento, f_w: 0.05
 Tipo de terreno: Limo

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1065.35 kg/m²
 Masa superficial del elemento base: 1024.00 kg/m²
 Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 72.4(-1; -6) dB
 Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 58.6 dB

• Forjado sanitario tipo caviti – Con acabado para zonas húmedas.



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	1 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	3 cm
3 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10 cm
4 - Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormigón de áridos ligeros)	60 cm
5 - Hormigón en masa 2000 < d < 2300	10 cm
6 - Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	10 cm
Espesor total:	94 cm

Limitación de demanda energética

Detalle de cálculo (U_s)

Altura libre: 75 cm
 U_s : 0.20 W/(m²·K)
 (Para una longitud característica $B' = 3.6$ m)
 Superficie del forjado, A: 66.58 m²
 Perímetro del forjado, P: 36.49 m
 Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.72 m
 Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m
 Resistencia térmica del forjado, R_f: 3.77 m²·K/W
 Coeficiente de transmisión térmica del muro perimetral, U_w: 1.09 W/(m²·K)
 Factor de protección contra el viento, f_w: 0.05

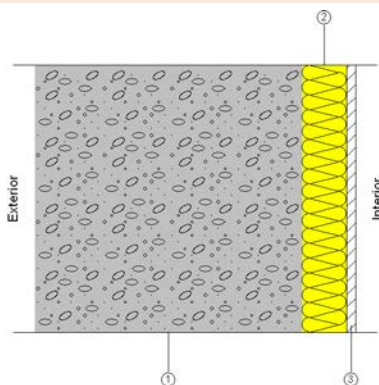


Protección frente al ruido	Tipo de terreno: Limo
	Masa superficial: 1115.50 kg/m ²
	Masa superficial del elemento base: 1024.00 kg/m ²
	Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 72.4(-1; -6) dB
	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 58.6 dB

2.3.2 FACHADAS

2.3.2.1 PARTE CIEGA DE LAS FACHADAS

- Muro de mampostería de 60 cm



Listado de capas:

1 - Muro de mampostería	60 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	72 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.27 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1580.50 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1560.00 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 40.0(-1; -3) dB

Referencia del ensayo: No dispone. Los valores se han obtenido mediante I

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 15 dBA

Protección frente a la humedad

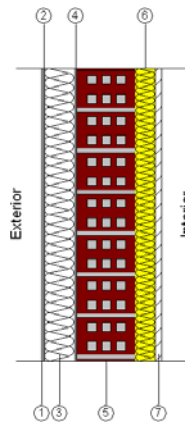
Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+B1+C2+J2



- **Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo**

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: aislamiento térmico sistema Isofex "ISOVER", formado por panel rígido de lana de roca volcánica de alta densidad, no revestido, Isofex "ISOVER", de 60 mm de espesor; HOJA PRINCIPAL: hoja de 12 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (cubo doble), para revestir, recibida con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos; TRASDOSADO: trasdosado directo realizado con placa de yeso laminado, de 13 mm de espesor, con un panel de lana de vidrio de 40 mm de espesor, Calibel "ISOVER", resistencia térmica 1,55882 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK); ACABADO INTERIOR: Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.



Listado de capas:

1 - Mortero decorativo Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA"	0.3 cm
2 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.5 cm
3 - Panel rígido de lana de roca Isofex "ISOVER"	6 cm
4 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	12 cm
6 - Panel de lana de vidrio	4 cm
7 - Placa de yeso laminado	1.3 cm
8 - Pintura plástica	---
Espesor total:	24.6 cm

Limitación de demanda energética
Protección frente al ruido

U_m : 0.30 W/(m²·K)

Masa superficial: 213.20 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 189.80 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 42.7(-1; -7) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante la ley de masas.

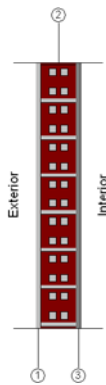
Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+B2+C1+J2



• LHD- Zona horno



Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 <math>< d < 1800</math>	1 cm
2 - Tabicón de LH doble [60 mm <math>< E < 90</math> mm]	8 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 <math>< d < 1800</math>	1 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	10 cm

Limitación de demanda energética U_m : 2.67 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 104.90 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
40.0(-1; -3) dB

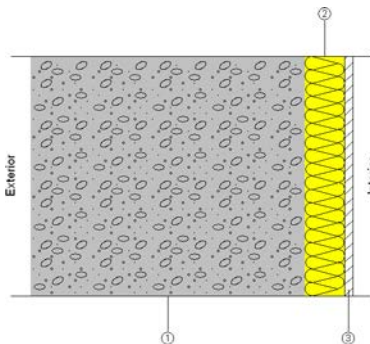
Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante la ley de masas.

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+B1+C1+J2

• Muro de mampostería de 69 cm



Listado de capas:

1 - Muro de mampostería	69 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 <math>< d < 900</math>	2 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	81 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.27 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1814.50 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1794.00 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
40.0(-1; -3) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante la ley de masas.

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 15 dBA

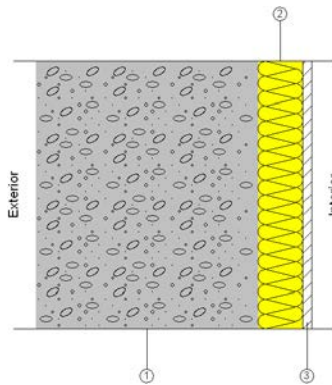
Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+B1+C2+J2



• Muro de mampostería de 50 cm



Listado de capas:

1 - Granito [2500 < d < 2700]	50 cm
2- MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	62 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.27 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1320.50 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1300.00 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
40.0(-1; -3) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante la ley de masas.

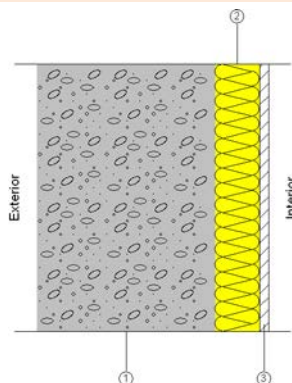
Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 15 dBA

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+B1+C2+J2

• Muro de mampostería de 40 cm



Listado de capas:

1 - Granito [2500 < d < 2700]	40 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	10 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
4 - Pintura plástica	---
Espesor total:	52 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.28 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1060.50 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1040.00 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
40.0(-1; -3) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante la ley de masas.

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 15 dBA

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

Condiciones que cumple: R3+B1+C2+J2



2.3.2.2 HUECOS EN FACHADA

- **Portón garaje**

Dimensiones	Ancho x Alto: 310 x 250 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.00 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)	

- **Puerta de entrada a la vivienda, de madera de 203x92.5 cm**

Puerta de entrada de 203x92,5x4 cm, hoja con entablado vertical de tablas de madera maciza de pino melis.

Dimensiones	Ancho x Alto: 93 x 203 cm	nº uds: 2
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.90 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

- **Fijo de aluminio, de 103x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscuri)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 103x250 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m ² ·K) Factor solar, g: 0.59		
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Fija Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)		

Dimensiones: 103 x 250 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.45	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.53	
	F_H	0.53	
Caracterización acústica	$R_w (C; C_{tr})$	37 (0;-4)	dB



Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Fijo de aluminio, de 112x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 112x250 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g: 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f: 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 3

Absortividad, α_s: 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **112 x 250 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U _w	1.40	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.54	
	F _H	0.54	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	37 (0;-4)	dB

Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Fijo de aluminio, de 237x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 237x250 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit



Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m ² ·K) Factor solar, g: 0.59
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Fija Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **237 x 250 cm** (ancho x alto) nº uds: 1

Transmisión térmica	U_w	1.29	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	34 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C; C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Puerta de aluminio, abisagrada practicable de apertura hacia el interior, de 100x250 cm, con fijo lateral de 65x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, abisagrada practicable, de 100x250 cm, con fijo lateral de 65x250 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m ² ·K) Factor solar, g: 0.59
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **165 x 250 cm** (ancho x alto) nº uds: 1

Transmisión térmica	U_w	1.65	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.50	
	F_H	0.50	
Caracterización acústica	R_w (C; C_{tr})	36 (0;-4)	dB



Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Ventana corredera simple "TECHNAL", de 160x120 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Persiana de lamas interior)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana corredera simple "TECHNAL", de 160x120 cm, sistema Saphir GXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Persiana de lamas interior

Características del vidrio

Transmitancia térmica, U_g: 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería

Transmitancia térmica, U_f: 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 4

Absortividad, α_S: 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **160 x 120 cm** (ancho x alto)

nº uds: **2**

Transmisión térmica	U _w	1.87	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.47	
	F _H	0.47	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	30 (0;-2)	dB

Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Fijo de aluminio, de 232x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 232x250 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.



ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)
Tipo de apertura: Fija
Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 3
Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 232 x 250 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.31	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	35 (0;-4)	dB

Notas: *U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco* *F_H : Factor solar modificado* *$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Puerta abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 150x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de puerta abisagrada practicable "TECHNAL", de 150x250 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)
Tipo de apertura: Practicable
Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 4
Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)



Dimensiones: 150 x 250 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.64	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.50	
	F_H	0.50	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

- Fijo "TECHNAL" de 83x250 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de fijo "TECHNAL" de 83x250 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 4

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 83 x 250 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.38	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.55	
	F_H	0.55	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)



- **Ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 95x110 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Contraventanas de madera)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana abisagrada practicable "TECHNAL", de 95x110 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Contraventanas de madera

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)
Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)
Tipo de apertura: Practicable
Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 4
Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **95 x 110 cm** (ancho x alto) nº uds: **3**

Transmisión térmica	U_w	2.16	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.42	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 170x120 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Persiana de lamas interior)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana abisagrada practicable "TECHNAL", de 170x120 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por cuatro hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Persiana de lamas interior



Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m ² ·K) Factor solar, g: 0.59
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4 Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **170 x 120 cm** (ancho x alto) nº uds: 1

Transmisión térmica	U_w	2.14	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.42	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 90x112 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Contraventanas de madera)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana abisagrada practicable "TECHNAL", de 90x112 cm, sistema Saphir FX, "TECHNAL", formada por dos hojas.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Contraventanas de madera

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m ² ·K) Factor solar, g: 0.59
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 5.70 W/(m ² ·K) Tipo de apertura: Practicable Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 3 Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **90 x 112 cm** (ancho x alto) nº uds: 1

Transmisión térmica	U_w	2.84	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.44	
	F_H	0.44	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB



Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 86x95 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Contraventanas de madera)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana abisagrada practicable "TECHNAL", de 86x95 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Contraventanas de madera

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g: 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f: 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Practicable

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 4

Absortividad, α_s: 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 86 x 95 cm (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U _w	2.29	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.40	
	F _H	0.40	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	37 (0;-4)	dB

Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Fijo de aluminio, de 112x202 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 112x202 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.



VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 3

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **112 x 202 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.42	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.54	
	F_H	0.54	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Fijo de aluminio, de 237x202 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 237x202cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 3

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)



Dimensiones: **130 x 202 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.31	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	36 (0;-4)	dB

Dimensiones: **107 x 202 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.31	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB

Dimensiones: **236 x 220 cm** (ancho x alto) n° uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.31	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	35 (0;-4)	dB

Notas:

 U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

 F_H : Factor solar modificado $R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Ventana corredera simple "TECHNAL", de 95x120 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Persiana de lamas interior)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana corredera simple "TECHNAL", de 95x120 cm, sistema Saphir GXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Persiana de lamas interior

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Deslizante

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 4

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 90 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	2.13	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.43	
	F_H	0.43	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	30 (0;-2)	dB

Dimensiones: 95 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	2.13	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.43	
	F_H	0.43	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	30 (0;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Fijo de aluminio, de 215x255 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 215x255 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)
 Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)
 Tipo de apertura: Fija
 Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
 Clase 3
 Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 215 x 255 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.30	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.56	
	F_H	0.56	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	34 (0;-4)	dB



Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Fijo de aluminio, de 123x284 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 123x284 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g: 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f: 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 3

Absortividad, α_S: 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 123 x 284 cm (ancho x alto) nº uds: 1

Transmisión térmica	U _w	1.43	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.54	
	F _H	0.54	
Caracterización acústica	R _w (C;C _{tr})	37 (0;-4)	dB

Notas:*U_w: Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))**F: Factor solar del hueco**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de aislamiento acústico (dB)*

- **Puerta abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 150x215 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Persiana de lamas interior)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de puerta abisagrada practicable "TECHNAL", de 150x215 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico.



VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Persiana de lamas interior

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Practicable

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 4

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: **150 x 215 cm** (ancho x alto) nº uds: **1**

Transmisión térmica	U_w	1.64	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.50	
	F_H	0.50	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Ventana abisagrada practicable de apertura hacia el interior "TECHNAL", de 90x120 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Persiana de lamas interior)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, color a elegir de la carta RAL, para conformado de ventana abisagrada practicable "TECHNAL", de 90x120 cm, sistema Saphir FXi, "TECHNAL", formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Persiana de lamas interior

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Practicable

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):
Clase 4

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)



Dimensiones: 90 x 120 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	2.17	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.42	
	F_H	0.42	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	37 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

- **Fijo de aluminio, de 165x202 cm - Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S (Cortinas Foscurit)**

CARPINTERÍA:

Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo de aluminio, de 165x202 cm, formada por una hoja, con perfilera provista de rotura de puente térmico.

VIDRIO:

Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S.

ACCESORIOS:

Cortinas Foscurit

Características del vidrio Transmitancia térmica, U_g : 1.10 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0.59

Características de la carpintería Transmitancia térmica, U_f : 4.00 W/(m²·K)

Tipo de apertura: Fija

Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207):

Clase 3

Absortividad, α_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 165 x 202 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	1.36	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.55	
	F_H	0.55	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	36 (0;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco (W/(m²·K))

F: Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

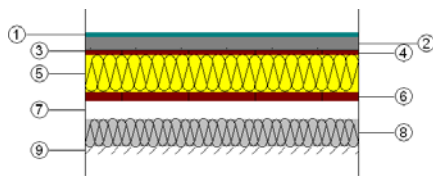
$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)



2.3.3 CUBIERTAS

2.3.3.1 PARTE MACIZA DE LA AZOTEA

- **PORCHE (Forjado de panel sandwich Thermochip)**
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes.



Listado de capas:

1 - Gres(sílice) 2200 < d < 2590	1 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2.9 cm
3 - Betún fieltro o lámina	0.1 cm
4 - Tablero de partículas 270 < d < 450	1 cm
5 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	8 cm
6 - Tablero de partículas 270 < d < 450	2 cm
7 - Cámara de aire sin ventilar	4 cm
8 - Lana mineral	6 cm
9 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
10 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:	26.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.21 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.21 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 87.08 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 57.68 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 35.2(-1; -1) dB

Protección frente a la humedad

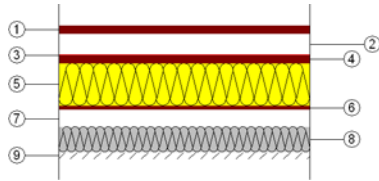
Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado



2.3.3.2 PARTE MACIZA DE LOS TEJADOS

- **Cubierta Tipo Thermochip con revestimiento de teja cerámica. Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes**



Listado de capas:

1 - Teja de arcilla cocida	2 cm
2 - Cámara de aire	5 cm
3 - Betún fieltro o lámina	0.1 cm
4 - Tablero de partículas $270 < d < 450$	1.9 cm
5 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	10 cm
6 - Tablero de partículas $270 < d < 450$	1 cm
7 - Cámara de aire sin ventilar	4 cm
8 - Lana mineral	5 cm
9 - Falso techo continuo de placas de escayola	1.6 cm
10 - Pintura plástica sobre paramentos interiores de yeso o escayola	---
Espesor total:	30.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.18 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.19 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 70.89 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 34.9(-1; -1) dB

Protección frente a la humedad

Tipo de cubierta: Tablero multicapa sobre entramado estructural

Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado

Con cámara de aire ventilada

***Aclaración:** En la zona del porche la cubierta carece de las capas 7, 8, 9 y 10, puesto que se encuentra en un ambiente exterior y no son necesarias.

2.4 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

Se definen en este apartado los elementos de cerramiento y particiones interiores. Los elementos proyectados cumplen las exigencias básicas del CTE, cuya justificación se desarrolla en la Memoria de cumplimiento del CTE.

Se entiende por partición interior, conforme al “*Apéndice A: Terminología*” del DB HE-1; al elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser horizontales o verticales.

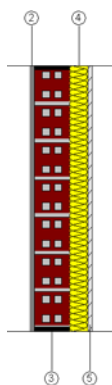


2.4.1 COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR VERTICAL

2.4.1.1 PARTE CIEGA DE LA COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR VERTICAL

- **Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara**

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara, compuesto de: HOJA PRINCIPAL: hoja de 8 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (cubo), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor; TRASDOSADO: trasdosado directo realizado con placa de yeso laminado, de 13 mm de espesor, con un panel de lana de vidrio de 40 mm de espesor, Calibel "ISOVER", resistencia térmica 1,55882 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK).



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Enfoscado de cemento	1 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	8 cm
4 - Panel de poliestireno XPE	4 cm
5 - Placa de yeso laminado	1 cm
6 - Pintura plástica	---
Espesor total:	14 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.54 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 102.60 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 93.40 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
36.9(-1; -1) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, ΔR : 17 dBA

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

***Aclaración:** En el aseo que está ubicado en la planta baja se dispone el mismo tipo de partición con la salvedad de que el tipo de acabado que se dispone en este espacio, se trata de un alicatado con baldosas cerámicas colocadas con adhesivo cementoso normal.



• Partición de vidrio



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Cuarzo (B)	1 cm
3 - Cámara de aire sin ventilar	2 cm
4 - Cuarzo (B)	1 cm
5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	4 cm

Limitación de demanda energética U_m : 2.25 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 44.00 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

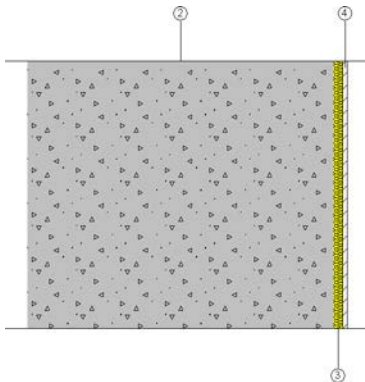
Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
40.0(-1; -3) dB

Referencia del ensayo: r1

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

• Muro de mampostería interior de 69 cm



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Muro de granito	69 cm
3 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	2 cm
4 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1 cm
5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	72 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.84 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1803.05 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1802.25 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
80.0(-1; -3) dB

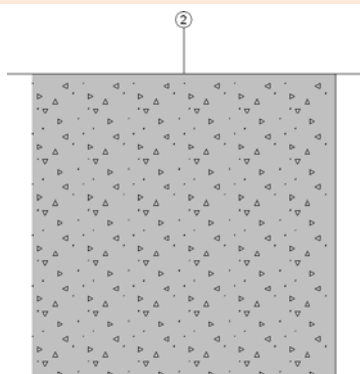
Referencia del ensayo: Ambos lados

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90



- **Muro de mampostería interior de 60 cm**



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Muro de granito	60 cm
3 - Pintura plástica	---
Espesor total:	60 cm

Limitación de demanda energética U_m : 2.11 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1560.00 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
40.0(-1; -3) dB

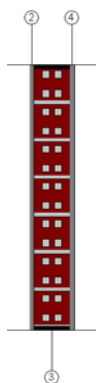
Referencia del ensayo: Ambos lados

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

- **Tabique de una hoja, con revestimiento**

Hoja de 8 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (cubo), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel, con banda elástica en las uniones con otros elementos constructivos, de banda flexible de polietileno reticulado de celda cerrada, de 10 mm de espesor.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Enfoscado de cemento	1 cm
3 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco (B)	8 cm
4 - Enfoscado de cemento	1 cm
5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	10 cm

Limitación de demanda energética U_m : 2.30 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 112.40 kg/m²

Apoyada en bandas elásticas (B)

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
38.7(-1; -1) dB

Referencia del ensayo: No disponible. Los valores se han estimado mediante leyes de masa obtenidas extrapolando el catálogo de elementos constructivos.

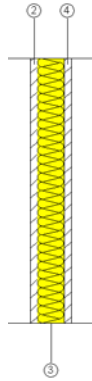
Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 60



- **Tabique PYL 100/600(70) LM**

Partición interior de entramado autoportante de placas de yeso laminado y lana mineral, con tabique simple, sistema tabique PYL 100/600(70) LM, catálogo ATEDY-AFELMA, de 100 mm de espesor total, compuesta por una estructura autoportante de perfiles metálicos formada por montantes y canales; a cada lado de la cual se atornilla una placa de yeso laminado A, Standard "KNAUF" y aislamiento de panel flexible y ligero de lana de roca volcánica Confortpan 208 Roxul "ROCKWOOL", de 60 mm de espesor.



Listado de capas:

1 - Pintura plástica	---
2 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
3 - Lana de roca Confortpan 208 Roxul "ROCKWOOL"	6 cm
4 - Placa de yeso laminado Standard (A) "KNAUF"	1.5 cm
5 - Pintura plástica	---
Espesor total:	9 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.50 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 26.56 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$:
47.0(-2; -7) dB

Referencia del ensayo: CTA-086/08 AER

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 30

2.4.1.2 HUECOS VERTICALES INTERIORES

- **Puerta cortafuegos, de acero galvanizado**

Puerta cortafuegos de acero galvanizado homologada, EI2 60-C5, de una hoja, 900x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado.

Dimensiones	Ancho x Alto: 90 x 200 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.25 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	
Resistencia al fuego	EI2 60	



- **Puerta de paso interior, de madera de 90x210 cm**

Puerta de paso corredera para doble tabique con hueco, ciega, de una hoja de 90x210x3,5 cm, con entablado horizontal de tablas de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 90 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

- **Puerta de paso interior, de madera de 198x210 cm**

Puerta de paso corredera para doble tabique con hueco, ciega, de dos hojas de 198x210x3,5 cm, con entablado horizontal de tablas de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 198 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

- **Puerta de paso interior, de madera de 107x210 cm**

Puerta de paso ciega, de una hoja de 107x210x3,5 cm, con entablado horizontal de tablas de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 107 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K) Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

- **Puerta de paso interior, de madera 92.5x203 cm**

Puerta de paso vidriera, de una hoja de 82,5x203x3,5 cm, con entablado horizontal de tablas de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; acristalamiento del 40% de su superficie, mediante una pieza de vidrio translúcido incoloro, de 4 mm de espesor, colocado con junquillo clavado; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 92.5 x 203 cm	nº uds: 2
	Ancho x Alto: 91.6 x 203 cm	nº uds: 2
	Ancho x Alto: 88.4 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K)	



Caracterización acústica	Absortividad, α_S : 0.6 (color intermedio)
	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$

- Puerta de paso interior, de madera de 130x210 cm**

Puerta de paso corredera para doble tabique con hueco, ciega, de una hoja de 130x210x3,5 cm, de tablero de fibras acabado en melamina, con alma alveolar de papel kraft; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 130 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 1.64 W/(m ² ·K)	
	Absortividad, α_S : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

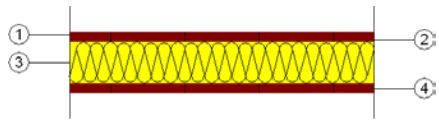
- Puerta de paso interior, de maderade 83x203 cm**

Puerta de paso corredera para doble tabique con hueco, ciega, de una hoja de 83x203x3,5 cm, con entablado horizontal de tablas de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 82.5 x 203 cm	nº uds: 3
	Ancho x Alto: 81.5 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 81.1 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 108 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K)	
	Absortividad, α_S : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

2.4.2 COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR HORIZONTAL

- Forjado de Panel sandwich Thermochip - Tarimado zonas secas.**

	Listado de capas:	
	1 - Tarima de madera de castaño	2 cm
	2 - Tablero de partículas 270 < d < 450	1 cm
	3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0.034 W/[mK]]	8 cm
	4 - Tablero de partículas 270 < d < 450	2 cm
	Espesor total:	13 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.35 W/(m²·K)

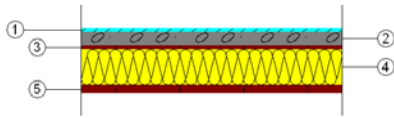
U_c calefacción: 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido Masa superficial: 17.40 kg/m²



Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 26.6(-1; -1) dB
 Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 120.6 dB

- **Forjado de Panel sandwich Thermochip - Tarimado zonas húmedas**



Listado de capas:

1 - Plaqueta o baldosa cerámica	0.5 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 <math>< d < 1250</math>	1.5 cm
3 - Tablero de partículas 270 <math>< d < 450</math>	1 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	8 cm
5 - Tablero de partículas 270 <math>< d < 450</math>	2 cm
Espesor total:	13 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.35 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 67.55 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 53.75 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 34.7(-1; -1) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 103.4 dB

2.5 SISTEMA DE ACABADOS

2.5.1 SUELOS

2.5.1.1 PAVIMENTOS EXTERIORES

- Formación de superficie transitable de césped mediante la ejecución de una capa drenante de grava de 15 cm de espesor y una capa de nivelación de arena de 4 cm de espesor, sobre la que se dispone una rejilla alveolar de polietileno de alta densidad. Relleno del 50% de las celdas con abono para presiembra de césped y tierra vegetal.
- Solado de baldosas de granito Rosa Porriño, de 60x40x4 cm, acabado flameado, recibidas con adhesivo cementoso mejorado, C2 y rejuntadas con mortero de juntas cementoso.
- Solado de baldosas cerámicas de gres rústico, de 30x30x1 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.



2.5.1.2 PAVIMENTOS INTERIORES

- Solado de baldosas de gres porcelánico antideslizante de 31x31 cm., recibido con adhesivo flexible para materiales porcelánicos, sobre recocado de mortero de cemento CEMII/B-P 32,5 N y arena de río (M-5) de 3 cm., de espesor y rejuntado con tapajuntas flexible.
- Tarima de madera de castaño de 2 cm., de espesor, colocada a la española, acuchillado, lijado y con tres manos de barniz de dos componentes.

2.5.2 PAREDES

- Pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.
- Alicatado con azulejo de gres porcelánico técnico pulido de 30x30 cm. acabado en color o imitación de piedra natural, recibido con pegamento gris específico para materiales porcelánicos.
- Alicatado con azulejo cerámico esmaltado de 30x60 cm. acabado en color o imitación de piedra natural, recibido con pegamento gris específico para materiales porcelánicos.

2.5.3 TECHOS

- Techo suspendido continuo, con cámara de aire sin ventilar de 4 cm. de espesor, compuesto de: aislamiento acústico formado por panel de lana mineral de 5 cm., falso techo continuo de placas de escayola de 1,6 cm, suspendido a una altura menor de 4 m., con acabado superficial a base de pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, mano de fondo y dos manos de acabado.
- Techo formado por paneles de madera de 57x60 cm, a partir de tablero contrachapado hidrófugo de 19 mm, quedando el entramado de estructura a la vista.

2.6 SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

Entendido como tal, los subsistemas que garanticen las siguientes prestaciones:

- Instalaciones térmicas del edificio proyecto y su rendimiento energético, suministro de combustibles, ahorro de energía e incorporación de energía solar térmica o fotovoltaica y otras energías renovables.



- Protección contra incendio, anti-intrusión, pararrayos, alumbrado, ascensores, transporte, fontanería, evacuación de residuos líquidos y sólidos, ventilación, telecomunicación, etc.

2.6.1 SUBSISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Datos de partida

Obra destinada a uso: Residencial - vivienda unifamiliar.

Superficie útil de la vivienda: 288,04 m².

Superficie útil de garaje y cuarto de instalaciones: 41,13 m².

Nº total de plantas: 2

Objetivos a cumplir

Disponer de equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción de un incendio.

Prestaciones

Disponer de equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción de un incendio.

Bases de cálculo

Según DB SI 4, 1 extintor cada 15 m. de recorrido desde todo origen de evacuación.

Descripción y características

Se dispondrá de dos extintores portátiles de eficacia 21A-113B situados en el interior del garaje y en el cuarto de instalaciones, próximos a las puertas de acceso de cada recinto respectivamente. Características: extintor de polvo ABC de 6 kg. con presión incorporada.

Los extintores estarán señalizados con placas fotoluminiscentes de 210x210 mm., conforme a la norma UNE 23035-4, y tanto el garaje como el cuarto de instalaciones dispondrán de alumbrado de emergencia que entre en funcionamiento en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal, cuyas características se describen en el Apartado 6.4. del Subsistema de Alumbrado.



2.6.2 SUBSISTEMA DE PARARRAYOS

Objetivos a cumplir

Limitar el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo.

Prestaciones

Para la vivienda proyectada no es exigible una instalación de protección contra el rayo.

Descripción y características

No se proyecta ninguna instalación de protección contra el rayo.

2.6.3 SUBSISTEMA DE ELECTRICIDAD

Datos de partida

Obra destinada a uso: Residencial - vivienda unifamiliar.

Superficie útil de la vivienda: 288,04 m².

Superficie útil de garaje y cuarto de instalaciones: 41,13 m².

Suministro por la red de distribución eléctrica S.E.T.A., disponiendo de una acometida de tipo aero-subterránea.

Objetivos a cumplir

El suministro eléctrico en baja tensión para la instalación proyectada, preservar la seguridad de las personas y bienes, asegurar el normal funcionamiento de la instalación, prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios, y contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de la instalación.

Prestaciones

Suministro eléctrico en baja tensión para alumbrado, tomas de corrientes y aparatos electrodomésticos y usos varios de una vivienda unifamiliar.

Grado de electrificación elevado. Potencia previsible de 9.200 W a 230 V.

Bases de cálculo

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002), así como a las Instrucciones Técnicas Complementarias (ICT) BT 01 a BT 51.



Descripción y características

Tal y como se refleja en el Plano de Instalación, se trata de una instalación eléctrica para alumbrado y tomas de corriente para aparatos electrodomésticos y usos varios de una vivienda unifamiliar alimentadas por una red de distribución pública de baja tensión según el esquema de distribución “TT”, para una tensión nominal de 230 V en alimentación monofásica, y una frecuencia de 50 Hz.

Se proyecta para un grado de electrificación elevado y una potencia previsible de 9.200 W a 230 V. La instalación a ejecutar comprende:

1. Acometida

Se dispondrá de una acometida de tipo aero-subterránea conforme a la ITC-BT-11.

2. Caja General de Protección y Medida (CGPM)

La conexión con la red de distribución de la compañía distribuidora se realizará mediante la Caja General de Protección y Medida ubicada en el exterior de la vivienda conforme a la ITC-BT-13. Se situará en el lugar indicado en el Plano de Instalación de Electricidad, a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m., y con acceso libre a la empresa suministradora.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general, conforme a la ITC-BT-21 para canalizaciones subterráneas.

Intensidad nominal de la CGP	63 A
Potencia activa total	9.200 W
Canalización empotrada	Tubo de PVC flexible de \varnothing 40 mm

3. Derivación individual (DI)

Enlaza la Caja General de Protección y el equipo de medida con los Dispositivos Generales de Mando y Protección. Estará constituida por conductores aislados en el interior de tubos enterrados y/o empotrados expresamente destinado a este fin, conforme a la ITC-BT-15: un conductor de fase, uno de neutro y, uno de protección.

Los conductores a utilizar serán de cobre unipolar aislados con dieléctrico de PVC, siendo su tensión asignada 450-750 V. Para el caso de alojarse en tubos enterrados el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.



Intensidad	63 A
Carga previsible	9.200 W
Conductor unipolar rígido	H07V-K para 450/750 voltios
Conductor unipolar rígido	ES07Z1-K para 1000 voltios
Sección S cable fase	16 mm ²
Sección S cable neutro	16 mm ²
Sección S cable protección	16 mm ²
Sección S hilo de mando	1,5 mm ²
Tubo en canalización enterrada	Tubo de PVC rígido de \varnothing 32 mm
Tubo en canalización empotrada	Tubo de PVC flexible de \varnothing 32 mm

4. Dispositivos Generales e Individuales de Mando y Protección (DGMP – ICP)

Los Dispositivos Generales de Mando y Protección junto con el Interruptor de Control de Potencia, se situarán junto a la puerta de entrada de la vivienda. Se situarán según se especifica en el Plano de Instalación de Electricidad, y a una altura del pavimento comprendida entre 1,40 y 2,00 m. conforme a la ITC-BT-17.

Se ubicarán en el interior de un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores. La envolvente del ICP será precintable y sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección proyectados contarán 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.

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

C ₁	Iluminación
C ₂	Tomas de corriente de uso general
C ₃	Cocina/horno



C ₄	Lavadora
C ₅	Baño y auxiliar de cocina
C ₆	Iluminación
C ₇	Tomas de corriente de uso general
C ₈	Lavavajillas
C ₉	Termo eléctrico
C ₁₀	Secadora
C ₁₁	Tomas de corriente de uso general
C ₁₂	Baño y auxiliar de cocina
C ₁₃	Alumbrado de emergencia
C ₁₄	Ventilación interior
C ₁₅	Tomas de corriente de uso general

5. Instalación Interior

Formada por 15 circuitos separados y alojados en tubos independientes, constituidos por un conductor de fase, un neutro y uno de protección, que partiendo del Cuadro General de Distribución alimentan cada uno de los puntos de utilización de energía eléctrica. En la tabla adjunta se relacionan los circuitos previstos con sus características eléctricas.

Se dispondrán como mínimo en cada estancia los puntos de utilización que se especifican en la ITC- BT-25.

Los conductores a utilizar serán (H 07V U) de cobre unipolar aislados con dieléctrico de PVC, siendo su tensión asignada 450-750 V. La instalación se realizará empotrada bajo tubo flexible de PVC corrugado. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Todas las conexiones de conductores se realizarán utilizando bornes de conexión montados individualmente o mediante regletas de conexión, realizándose en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Se cumplirán las prescripciones aplicables a la instalación en baños y aseos en cuanto a la clasificación de volúmenes, elección e instalación de materiales eléctricos conforme a la ITC-BT-27.



Circuito de Utilización	Potencia prevista por toma	Tipo de toma	Interruptor automático	Conductores (sección mínima)	Tubo (diámetro)
Sub-grupo 1					
C ₁ Iluminación	2.370 W	Punto de luz	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₁₃ Alumbrado emergencia	700 W	Punto de luz	10 A	1,5 mm ²	16 mm
C ₂ Tomas uso general	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₃ Cocina/horno	5.400 W	Base 25A 2p+T	25 A	6 mm ²	25 mm
C ₄ Lavadora	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₈ Lavavajillas	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₉ Termo eléctrico	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₅ Baño y aux. de cocina	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
Sub-grupo 2					
C ₆ Iluminación	2.300 W	Punto de luz	10 A	1,5 mm ²	16 mm
C ₇ Tomas uso general	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₁₂ Baño y aux. de cocina	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₁₀ Secadora	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₁₄ Ventilación interior	930 W	Base 10A 2p+T	10 A	1,5 mm ²	16 mm
Sub-grupo 3					
C ₁₁ Tomas uso general	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm
C ₁₅ Tomas uso general	3.450 W	Base 16A 2p+T	16 A	2,5 mm ²	20 mm

2.6.4 SUBSISTEMA DE ALUMBRADO

Datos de partida

Obra destinada a uso: Residencial-vivienda unifamiliar.

Objetivos a cumplir

Limitar el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en el caso de emergencia o, de fallo del alumbrado normal.

Prestaciones

Disponer de alumbrado de emergencia en el garaje y en el cuarto de instalaciones, que garantice una duración de funcionamiento de 1 hora mínimo a partir del instante en que tenga lugar el fallo, una iluminancia mínima de 1 lux a nivel del suelo, y una iluminancia mínima de 5 lux en el punto donde esté situado el extintor.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Bases de cálculo

Según DB SU 4.

2.6.5 SUBSISTEMA DE FONTANERÍA

Datos de partida

Edificio de uso: vivienda unifamiliar con un solo titular/contador.

Abastecimiento directo con suministro público continuo y presión suficientes.

Caudal de suministro: 3,15 litros/s

Presión de suministro: 392,26 Kpa

Objetivos a cumplir

Disponer de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retorno que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.

Los equipos de producción de agua caliente estarán dotados de sistemas de acumulación y, los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos

Prestaciones

Disponer de los siguientes caudales instantáneos mínimos para cada tipo de aparato:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mín. AF (dm ³ /s)	Caudal instantáneo mín. ACS (dm ³ /s)
Grifo en garaje	0,20	-
Lavabo	0,10	0,065
Bañera de < 1,40 m	0,20	0,15
Inodoro con cisterna	0,10	-
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Ducha	0,20	0,10

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.



Bases de cálculo

Diseño y dimensionado de la instalación según DB HS 4, Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios RITE, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

Descripción y características

La instalación constará de: una cocina compuesta por fregadero, lavadora, secadora y lavavajillas, 1 aseo compuesto de lavabo e inodoro, 4 baños de los cuales 2 están formados por lavabo, inodoro y ducha y los otros dos baños disponen de lavabo, inodoro y bañera, el garaje dispone de un grifo.

Los elementos que componen la instalación son los siguientes:

- Acometida (llave de toma + tubo de alimentación + llave de corte).
- Llave de corte general.
- Filtro de la instalación.
- Contador en armario o en arqueta.
- Llave de paso.
- Grifo o racor de prueba.
- Válvula de retención.
- Llave de salida.
- Tubo de alimentación.
- Instalación particular interior formada por: llave de paso, derivaciones de A.F. y A.C.S., ramales de enlace de A.F. y A.C.S., y punto de consumo).

Ver esquema general de la instalación en la Memoria de cumplimiento del CTE, Apartado HS 4 de Suministro de agua.

El trazado de la Instalación de A.F. parte de la llave de paso y del contador, ubicados en armario en la fachada a la vía de acceso. Se atenderá a las condiciones particulares que indique la compañía suministradora. Esta acometida será enterrada y unirá 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, para una presión nominal de 10 atm y 2 mm 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 cuadradillo 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.

Las conducciones de la instalación de alimentación de agua potable serán enterradas, formada por tubos de acero galvanizado estirados sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, colocados sobre cama o 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.

La distribución interior de la instalación estará formada por tuberías de polietileno reticulado (PE-X) de 20, 25 mm. de diámetro nominal, dependiendo del tramo. Se dispondrán horizontalmente y sobre el piso al que sirven, discurriendo empotrada. Cuando discurran por exteriores o locales no calefactados se aislarán con coquillas flexibles de espuma elastomérica de 20 mm. de espesor.

Se dispondrá de llave de corte general en la vivienda. Además; se instalarán llaves de paso en cada local húmedo y, antes de cada aparato de consumo, según se indica en el Plano de Instalación de Fontanería.

El tendido de las tuberías de agua fría se hará de tal modo que no resulten afectadas por focos de calor y, por consiguiente, deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o Calefacción) a una distancia de 4 cm., como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm. Con respecto a las conducciones de gas se guardará una distancia mínima de 3 cm.

Como medida encaminada al ahorro de agua, en la red de A.C.S. debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15,00 m.

La producción de A.C.S. se realizará mediante un grupo térmico para calefacción y producción de agua caliente sanitaria instantánea, de combustible gas, conectado al depósito acumulador solar como equipo de apoyo, y equipado con un sistema de regulación y control automático de la temperatura del agua.



2.6.6 SUBSISTEMA DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

Datos de partida

La instalación de saneamiento está formada por un sistema separativo con diferentes conducciones para aguas residuales domésticas y pluviales.

Objetivos a cumplir

Disponer de medios adecuados para extraer las aguas residuales de forma independiente a las aguas procedentes de precipitaciones atmosféricas y escorrentías.

Prestaciones

Las redes de evacuación deberán disponer de cierres hidráulicos, con unas pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables, los diámetros serán los apropiados para los caudales previstos, serán accesibles o registrables para su mantenimiento y reparación, y dispondrán de un sistema de ventilación adecuado que permita el funcionamiento de los cierres hidráulicos.

Bases de cálculo

Diseño y dimensionado de la instalación según DB HS 5.

Descripción y características

Instalación de un sistema de evacuación de aguas pluviales y residuales independientes, mediante arquetas y colectores enterrados con sus cierres hidráulicos, desagües por gravedad a una arqueta general para cada sistema de evacuación, constituyendo los puntos de conexión con la red de alcantarillado público.

La instalación comprende los desagües de los siguientes aparatos:

- Aseo (lavabo e inodoro con cisterna).
- Baño 1 y 2 (lavabo, inodoro con cisterna y ducha).
- Baño 3 y 4 (lavabo, inodoro con cisterna y bañera).
- Cocina (fregadero, lavavajillas y lavadora).
- Garaje (grifo y sumidero sifónico).
- Cuarto de instalaciones (sumidero sifónico).



Las arquetas de dimensiones especificadas en el Plano de Saneamiento serán prefabricadas registrables de PVC. Se colocarán arquetas en las conexiones y cambios de dirección, según se indica en el Plano de Saneamiento.

Los colectores enterrados de evacuación horizontal se ejecutarán con tubo de PVC de pared compacta, con uniones en copa lisa pegadas (juntas elásticas), para una presión de trabajo de 5 atm., según se indica en el Plano de Saneamiento. La pendiente de los colectores no será inferior del 2%.

Los colectores colgados de evacuación horizontal se realizarán con tubo de PVC sanitario suspendido del techo, con uniones en copa lisa pegadas (juntas elásticas), para una presión de trabajo de 5 atm., según se indica en el Plano de Saneamiento. La pendiente de los colectores no será inferior del 1%. Se colocarán piezas de registro a pie de bajante, en los encuentros, cambios de pendiente, de dirección y en tramos rectos cada 15 m., no se acometerán a un punto más de dos colectores.

Las bajantes serán de PVC sanitario con uniones en copa lisa pegadas (juntas elásticas), para una presión de trabajo de 5 atm., con un diámetro uniforme en toda su altura.

Las bajantes de pluviales se conectarán a la red de evacuación horizontal del propio sistema, mediante arquetas a pie de bajante, que serán registrables y nunca serán sifónicas.

Los desagües de los baños y del aseo se realizarán mediante botes sifónicos de 125 mm. de diámetro. La distancia del bote sifónico a la bajante no será mayor de 2 m., y la del aparato más alejado al bote sifónico no mayor de 2,50 m. Las pendientes de las derivaciones estarán comprendidas entre un 2% y 4%, dependiendo del tramo.

En el caso de desagüe por sifones individuales, la distancia del sifón más alejado a la bajante a la que acometa no será mayor de 4,00 m. Y las pendientes de las derivaciones estarán comprendidas entre un 2,5% y 5% para desagües de fregaderos, lavabos, y menor del 10% para desagües de bañeras y duchas.

El desagüe de los inodoros a las bajantes se realizará directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m.

Se utilizará un sistema de ventilación primaria para asegurar el funcionamiento de los cierres hidráulicos, prolongando las bajantes de agua residuales al menos 1,30 m. por encima de la cubierta de la vivienda.

La conexión a la red general se ejecutará de forma oblicua y en el sentido de la corriente, y con altura de resalto sobre la conducción pública.



2.6.7 SUBSISTEMA DE VENTILACIÓN

Datos de partida

Uso vivienda unifamiliar compuesto por: zona de estar, salón-comedor, cocina, aseo, 4 dormitorios con sus propios baños integrados y garaje.

Tipo de ventilación: Mecánica.

Zona térmica según DB HS 3: Y

Número de plantas: 2.

Objetivos a cumplir

Disponer de medios para que los recintos de la vivienda puedan ventilar adecuadamente, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Prestaciones

Los caudales de ventilación mínimos exigidos (q_v) son:

Tipo de local	q_v (l/s)
Zona de estar (salón/comedor)	24 litros/s
Salón-Comedor (salón/comedor)	24 litros/s
Cocina (cocina)	34 litros/s
Aseo (Baño/Aseo)	15 litros/s
Dormitorio 1 (Dormitorio)	10 litros/s
Dormitorio 1 (Dormitorio)	10 litros/s
Baño 1 (Baño/Aseo)	15 litros/s
Baño 1 (Baño/Aseo)	15 litros/s
Dormitorio 1 (Dormitorio)	10 litros/s
Dormitorio 1 (Dormitorio)	10 litros/s
Baño 1 (Baño/Aseo)	15 litros/s
Baño 1 (Baño/Aseo)	15 litros/s
Garaje	300 litros/s

Bases de cálculo

Diseño y dimensionado de la instalación según DB HS 3.



Descripción y características

El sistema de ventilación de la vivienda será mecánico, con circulación del aire de los locales secos a los húmedos.

Los dormitorios, zona de estar y salón-comedor tendrán carpinterías exteriores de clase 2 con aberturas de admisión, aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería que comunican directamente con el exterior. Disponen además, de un sistema de ventilación complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable. Las particiones entre los locales secos y húmedos disponen de aberturas de paso.

La cocina y los cuartos de baño exteriores tendrán carpinterías exteriores de clase 2 con aberturas de admisión, aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería que comunican directamente con el exterior, y aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción. Además, disponen de un sistema de ventilación complementario de ventilación natural por la carpintería exterior practicable.

La cocina también contendrá de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. La campana extractora estará conectada a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no podrá utilizarse para la extracción de aire de locales de otro uso.

Los cuartos de baño interiores disponen de aberturas de paso en las particiones con un local seco contiguo, y aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción.

La superficie total practicable de las ventanas y puertas exteriores de cada local es mayor que 1/20 de la superficie útil del mismo.

2.6.8 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Datos de partida

Edificación de uso residencial no acogido al régimen de propiedad horizontal.

Objetivos a cumplir

Disponer de acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información.



Prestaciones

La vivienda dispondrá de instalaciones de: Radiodifusión sonora y Televisión de emisiones terrenales analógicas y digitales, y satélites (RTV + TDT), y Telefonía (STDP + TBA).

Bases de cálculo

Diseño y dimensionado de la instalación según el vigente Reglamento que garantiza el acceso de la vivienda a los servicios de telecomunicaciones y establece los condicionantes técnicos que debe cumplir la instalación de telecomunicaciones de la vivienda, basados en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones.

Descripción y características

Se prevé la instalación de un sistema de captación, adaptación, distribución y toma de señales de radiodifusión sonora y televisión, compuesta por los siguientes elementos:

- Equipo de captación de señales terrenales formado por antenas de UHF, DAB y FM para señales analógicas y digitales. La altura del mástil no sobrepasará los 6 metros. Si se precisa mayor elevación, se colocará el mástil sobre una torreta.
- Equipo de captación de señales vía satélite formado por una antena parabólica Off-Set. Si por su ubicación precisara mayor elevación, se colocará sobre una torreta.
- Equipos de amplificación, mezclador y distribución de señales captadas de RTV y TDT. Se situará en lugar fácilmente accesible en la planta bajocubierta. El borde inferior del armario de protección en el que se aloje, estará situado a una altura sobre el nivel del suelo de 2 metros.
- Red de distribución desde los equipos de amplificación y mezclador hasta las bases de acceso terminal (BAT). Se situará a una distancia mínima de 30 cm. de las conducciones eléctrica y de 5 cm. de las de fontanería, saneamiento, telefonía y gas.
- Bases de acceso terminal (BAT) para la conexión de receptores de Televisión y Radio. Se dispondrá de 6 tomas instaladas en topología en estrella o árbol-rama, en el estar-comedor, en la cocina y en los dormitorios, y colocadas a una distancia de 20 cm. del suelo.

2.6.9 SUBSISTEMA DE INSTALACIONES TÉRMICAS DEL EDIFICIO

Datos de partida



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Edificio de vivienda unifamiliar con un solo titular/contador.

Instalación individual de calefacción (ITE.09).

No se proyecta instalación de climatización.

Equipo de producción de calor: Caldera mural de gas natural.

Los parámetros generales que corresponden con las condiciones exteriores en donde se ubica la vivienda son los siguientes:

Altitud sobre el nivel del mar: 50 m

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: 2.80 °C

Humedad relativa en invierno: 90 %

Velocidad del viento: 7.4 m/s

Temperatura del terreno: 6.93 °C

Objetivos a cumplir

Disponer de unos medios adecuados destinados a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente, y teniendo en cuenta a la vez los demás requisitos básicos que deben cumplirse en el edificio, y todo ello durante un periodo de vida económicamente razonable.

Los equipos de producción de agua caliente estarán dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

Prestaciones

Condiciones interiores de bienestar térmico	
Temperatura operativa en verano	23 a 25 °C
Temperatura operativa en invierno	20 a 23 °C
Temperatura de preparación y almacenamiento de ACS	60 °C

Bases de cálculo

Diseño y dimensionado de la instalación según DB HS 4, Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios RITE, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.



Descripción y características

Se proyecta una instalación individual (ITE.09) de calefacción mediante radiadores y distribución por colectores.

Ver esquema general de la instalación en el Plano de Instalación Calefacción.

Para la red de distribución desde el equipo de producción de calor hasta los elementos se utilizará tubería de polietileno reticulado (PE-X) con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 1,8 mm de espesor, PN=6 atm, empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Todas las uniones serán roscadas/soldadas.

Cuando las tuberías atraviesen muros, tabiques o forjados, se recibirá con mortero de cemento un tubo pasamuros de PVC con una holgura mínima de 10 mm. y se rellenará con una masilla plástica con el fin de absorber las posibles dilataciones.

En tramos largos se preverá la posibilidad de dilatación con cambios de dirección o elementos adecuados. Todos los elementos de sujeción y guiado que sean necesarios disponer permitirán la libre dilatación de la tubería.

La llave de alimentación de agua fría a la instalación, así como la tubería y las válvulas antirretorno de cada circuito, serán de un diámetro mínimo de 15 mm. Se dispondrá de una llave de vaciado de la instalación, en el punto más bajo de la misma, con un diámetro mínimo de 20 mm. El vaciado será visible.

El fluido calefactor será agua caliente, adoptándose unas temperaturas de impulsión y retorno a 40º de temperatura máxima por medio de válvulas y bombas de recirculación al circuito.

Los elementos emisores de calor utilizados son los siguientes:

- Radiador de aluminio inyectado, formado por elementos de 771 mm de altura, con frontal plano, con una emisión calorífica de 127,9 kcal/h cada uno, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente.
- Radiador de aluminio inyectado, formado por elementos de 288 mm de altura, con frontal plano, con una emisión calorífica de 70,5 kcal/h cada uno, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente.
- Radiador toallero tubular de chapa de acero acabado blanco, para cuartos de baño, gama básica, de 745x1733 mm y emisión calorífica 1335 kcal/h para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente.



El equipo de producción de calor será una caldera mural de gas natural, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción y A.C.S. simultáneas con microacumulación Start&Hot Microfast 2.0, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera, conducto para evacuación de humos y termostato-programador de ambiente vía radio Exacontrol E7 R, "SAUNIER DUVAL". Estará ubicada en el cuarto de instalaciones.

Como complemento de la instalación, el equipo de caldera irá equipado con los siguientes elementos de regulación y control, encaminados a un mayor ahorro energético posible y máximo rendimiento:

- Interruptor general para el quemador y circulador.
- Termostato de regulación y seguridad
- Termohidrómetro.
- Sistema de regulación automática de la temperatura del agua de calefacción y A.C.S., con sonda interior y válvula motorizada de tres vías.
- Termostato ambiente programable.

Todos los elementos se instalarán de forma perfectamente accesible y desmontable, a fin de permitir su inspección, regulación, limpieza y reparación.

2.6.10 SUBSISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Datos de partida

Zona climática	Zona II
Nº de dormitorios	4
Nº de personas	5
Disposición de los captadores	En plataforma independiente
Latitud del emplazamiento	42° 3' 0" N
Angulo de azimut de los captadores	0°
Angulo de inclinación de los captadores:	45°
Fuente energética de apoyo	Gas Natural

Objetivos a cumplir

Disponer de los medios adecuados para que una parte de las necesidades energéticas derivadas de la demanda de agua caliente sanitaria se cubra mediante la



incorporación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global del emplazamiento y a la demanda de agua caliente de la vivienda.

Prestaciones

Contribución solar mínima anual	30 %
Caudal de la demanda	140 litros/día
Temperatura de preparación y almacenamiento de ACS	60 °C

Bases de cálculo

Diseño y dimensionado de la instalación según DB HE 4, Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios RITE, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

Descripción y características

Características generales de la instalación

Se proyecta un sistema formado por un captador solar térmico de 2,02 m² de superficie útil total para montaje sobre estructura portante dispuesta explícitamente para tal fin, y el resto de los componentes en el interior de la vivienda. No existen elementos ni edificios colindantes próximos que puedan proyectar sombras sobre los captadores. Ver esquema general de la instalación en el Plano de la Instalación Térmica Solar.

Cálculo de la demanda energética

La demanda energética se calcula a partir del consumo de agua (en litros/día), la temperatura de referencia para agua caliente (60°C) y las temperaturas mensuales del agua fría de red recogida en las publicaciones "Instalaciones de Energía Solar Térmica" de CENSOLAR (Centro de estudios de la energía solar), y en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE para la provincia de Pontevedra.

Mes	Ocupación(%)	Consumo (m ³)	T ^a de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	6.3	12	33	871.13
Febrero	100	5.7	13	32	770.58
Marzo	100	6.3	13	32	853.14
Abril	100	6.2	14	31	804.58
Mayo	100	6.5	15	30	813.41
Junio	100	6.4	17	28	752.35



Julio	100	6.7	18	27	759.43
Agosto	100	6.7	18	27	759.43
Septiembre	100	6.4	17	28	752.35
Octubre	100	6.6	16	29	799.16
Noviembre	100	6.2	14	31	808.20
Diciembre	100	6.3	12	33	871.13

Fracción solar anual

Se opta por una fracción solar mínima del 61%, superior a la de 30% exigida por el CTE-HE para este emplazamiento como medida tendente a un mayor ahorro energético.

Superficie de los captadores solares y situación

El procedimiento para la determinación de la superficie de los captadores solares necesaria se realiza por el método de cálculo de f-Chart. Los datos de radiación solar y de temperatura exterior que se han utilizado son los que figuran en las publicaciones "Instalaciones de Energía Solar Térmica" de CENSOLAR (Centro de estudios de la energía solar), y en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE para la provincia de Pontevedra.

Se empleará un captador solar con una superficie de 2,02 m² y con los siguientes coeficientes característicos:

F_R Tau (factor óptico)	0,82
$F_R U_L$ (pérdidas térmicas)	4,23 W/m ² · K

Aplicando el método de cálculo f-Chart, el resultado final que se obtiene es el siguiente:

Superficie de captación solar	2,02 m ²
Capacidad del depósito de acumulación	200 litros
Demanda energética anual	2.470,80 kWh/año
Producción energética solar anual	1.029,29 kWh/año
Fracción solar anual obtenida	62,33 %
Relación V/Sc	100 litros/m ²
Pérdidas por orientación e inclinación (P_o)	0 %
Pérdidas por sombras (P_s)	0 %

La energía útil aportada por el sistema captador solar es:



Mes	Radiación	Temperatura	Demanda	Energía	Fracción
Enero	6.26	10	871.13	594.78	32
Febrero	9.11	11	770.58	424.42	45
Marzo	13.75	12	853.14	331.39	61
Abril	17.14	14	804.58	259.21	68
Mayo	20.77	16	813.41	207.07	75
Junio	24.23	19	752.35	120.45	84
Julio	24.34	21	759.43	87.73	88
Agosto	21.78	21	759.43	88.42	88
Septiembre	16.70	19	752.35	148.70	80
Octubre	10.44	16	799.16	327.03	59
Noviembre	6.77	13	808.20	485.23	40
Diciembre	5.18	11	871.13	630.98	28

Circuito primario

El fluido circulante será agua con anticongelante con las especificaciones del fabricante de los captadores. El caudal de circulación será de 120 litros/h, a razón de 60 litros/h por cada m² de superficie de captación solar.

Las tuberías del circuito primario (ida y retorno) serán de cobre con uniones roscadas o soldadas, y con un diámetro de 18 mm. para el caudal necesario de 120 litros/h. Tendrán una protección exterior con pintura anticorrosiva. Se aislarán con coquilla flexible de espuma elastomérica de 20 mm. de espesor en los tramos interiores y de 30 mm. en los tramos que discurren por el exterior. El aislamiento de las tuberías de intemperie llevará una protección externa ante las acciones climatológicas.

Se utilizarán las siguientes válvulas: válvulas de esfera para aislamiento, vaciado, llenado y purga; válvulas de asiento para equilibrado de circuitos; válvulas de resorte para seguridad; y válvulas de doble compuerta o claveta para retención.

Se colocarán purgadores manuales o automáticos en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

La bomba a instalar se elige a partir del caudal necesario (120 litros/h) y de la pérdida de carga total del circuito. Resultando una altura manométrica para la bomba de 5,1 m.c.a. El vaso de expansión será cerrado y tendrá un volumen de 5 litros.

Intercambiador y acumulación

La capacidad del acumulador solar adoptado es de 200 litros, a razón de 99 litros por m² de superficie de captación. El depósito se instalará en el cuarto de instalaciones, situado a nivel de la planta baja.



La transferencia de calor del circuito del captador solar al acumulador se realizará a través del intercambiador interno del propio depósito. Las características principales del depósito de acumulación seleccionado se indican a continuación:

Material	Acero esmaltado con protección anticorrosión
Capacidad	200 litros
Instalación	vertical, de pie
Dimensiones aproximadas	H=1,24 m. ; Ø=0,604 m
Intercambiador	interno de serpentín
Superficie de intercambio	1,10 m ²

El acumulador se conectará a la alimentación de agua fría por la parte inferior y, la salida de agua caliente por la parte superior.

Regulación y control

El sistema de regulación y control comprenderá el funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos y heladas.

La puesta en marcha de la bomba se realizará con un termostato diferencial y dos sondas temperatura, una situada en la parte superior de uno de los captadores solares, y la otra instalada en la parte inferior del acumulador solar.

Subsistema de apoyo de energía convencional

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica se dispondrá de un equipo de producción de calor convencional auxiliar, que sólo entrará en funcionamiento cuando con el aporte solar no se cubran las necesidades previstas.

Se utilizará como sistema de energía auxiliar un grupo térmico con acumulación de A.C.S., de gas natural, será modulante y deberá ser apto para funcionar con agua precalentada solar. Ver Apartado 6.9. Subsistema de Instalaciones Térmicas del edificio.

Para más detalles consultar el Apartado HE 4 de la Memoria de cumplimiento del CTE.

2.7 EQUIPAMIENTO

Definición de baños, aseo, cocina y otros equipamientos:

Aseo/Baños



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

El equipamiento del aseo estará compuesto por lavabo e inodoro

El equipamiento de los baños 1 y 2 estará compuesto por lavabo, inodoro y ducha. Mientras que los baños 3 y 4, en el lugar de las duchas disponen de bañeras.

Cocina

El equipamiento de la cocina estará compuesto por los siguientes electrodomésticos: una placa vitrocerámica, campana extractora, lavadora, secadora, lavavajillas y un frigorífico con congelador. Además, dispondrá de 2 contenedores de residuos integrados en el mobiliario, uno para materia orgánica y otro para envases ligeros (puede optarse por un contenedor de doble función)

Residuos	Capacidad mínima	Dimensiones aproximadas
Envases ligeros	45 dm ³	30 x 30 x 50 cm.
Materia orgánica	45 dm ³	30 x 30 x 50 cm.

2.8 URBANIZACIÓN

CIERRE PERIMETRAL

La parcela ya dispone de cierre perimetral, con la salvedad de que en el frente de la vivienda que da a la senda pública el muro de mampostería tiene una vía de acceso a la propiedad.

La parte de este cerramiento que queda situado delante de la fachada norte de la vivienda, tiene inferior altura que el otro tramo del muro, por lo que, para subsanar dicha diferencia se colocará una malla metálica galvanizada y plastificada color ral 6009 verde abeto, fijada a pilares de hormigón chapados en piedra que nacen en el propio muro de mampostería, colocados en tramos de 3,00 metros. En estos pilares se sujetan alambres del mismo tipo a la red para el amarre de esta. Tras el cierre se dispondrá de otro natural mediante plantación de seto de laurel real.



3 CUMPLIMIENTO DEL CTE Y OTROS REGLAMENTOS

3.1 CUMPLIMIENTO DEL C.T.E.

Se aplicará dicha norma según lo dispuesto en las disposiciones generales, dado que se trata del proyecto de una obra de rehabilitación, por lo que debe satisfacer los siguientes requisitos básicos:

DOCUMENTO BÁSICO	CAPÍTULO	APLICACIÓN	ANEJO
DB-SE: Seguridad estructural	SE: Bases de cálculo	Aplicable	ANEJO 1
	SE-AE: Acciones en la edificación	Aplicable	
	SE-C: Cimientos	No aplicable	
	SE-A: Acero	Aplicable	
	SE-F: Fábrica	No aplicable	
	SE-M: Madera	Aplicable	
DB-SI: Seguridad en caso de incendio	SI 1: Propagación interior	Aplicable	ANEJO 2
	SI 2: Propagación exterior	No aplicable	
	SI 3: Evacuación ocupantes	Aplicable	
	SI 4: Instalaciones de protección contra incendios	Aplicable	
	SI 5: Intervención de bomberos	Aplicable	
	SI 6: Resistencia al fuego de la estructura	Aplicable	
DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad	SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas	Aplicable	ANEJO 3
	SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento	Aplicable	
	SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento	Aplicable	
	SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada	No aplicable	
	SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación	No aplicable	
	SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	No aplicable	
	SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	No aplicable	
	SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo	No aplicable	
	SUA 9: Accesibilidad	Aplicable	
DB-HS: Salubridad	HS 1: Protección contra la humedad	Aplicable	ANEJO 4
	HS 2: Recogida y evacuación de residuos	No aplicable	
	HS 3: Calidad del aire interior	No aplicable	
	HS 4: Suministro de agua	Aplicable	
	HS 5: Evacuación de agua	Aplicable	



DB-HR Protección contra el ruido		Aplicable	ANE- JO 5
DB-HE: Ahorro de energía	HE 0: Limitación del consumo energético	No aplicable	ANEJO 6
	HE 1: Limitación de demanda energética	No aplicable	
	HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas	Aplicable	
	HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	No aplicable	
	HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	Aplicable	
	HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	No aplicable	

3.2 CUMPLIMIENTO DE OTROS REGLAMENTOS

REGLAMENTO		
ITC (Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones)	No aplicable	ANEJO 7
RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios)	Aplicable	ANEJO 8
REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja tensión)	Aplicable	ANEJO 9
Normas de habitabilidad de Galicia	Aplicable	ANEJO 10

3.3 CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Mediante el programa informático Calener Vyp (Anejo 13)



4 ANEJOS

4.1 ANEJO 1: DB-SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

4.1.1 CONDICIONES

4.1.1.1 EXIGENCIAS BÁSICA DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DB-SE

4.1.1.1.1 Resistencia y estabilidad SE-1

Generalidades

La comprobación estructural de un edificio requiere:

- Determinar las situaciones de dimensionado que resulten determinantes.
- Establecer las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura.
- Realizar el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados a cada problema.
- Verificar que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

En las verificaciones se tendrán en cuenta los efectos del paso del tiempo (acciones químicas, físicas y biológicas; acciones variables repetidas) que pueden incidir en la capacidad portante o en la aptitud al servicio, en concordancia con el periodo de servicio.

Las situaciones de dimensionado deben englobar todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

- Persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso.
- Transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluyen las acciones accidentales).
- Extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (acciones accidentales).



Estados límite

Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido.

Estados límite últimos

Los estados límite últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

- *Pérdida del equilibrio del edificio*, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido.
- *Fallo por deformación excesiva*, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

Estados límite de servicio

Los estados límite de servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.

Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido.

Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

- Las *deformaciones* (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;
- Las *vibraciones* que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;
- Los *daños o el deterioro* que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.
-



Clasificación de las acciones

Las acciones a considerar en el cálculo se clasifican por su variación en el tiempo en:

- Acciones permanentes (G): Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o no (como las acciones geológicas o el pretensado), pero con variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite.
- Acciones variables (Q): Son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso o las acciones climáticas.
- Acciones accidentales (A): Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia, como sismo, incendio, impacto o explosión.

Las deformaciones impuestas (asientos, retracción, etc.) se considerarán como acciones permanentes o variables, atendiendo a su variabilidad.

Las acciones también se clasifican por:

- Su *naturaleza*: en directas o indirectas.
- Su *variación espacial*: en fijas o libres.
- La *respuesta estructural*: en estáticas o dinámicas.

La magnitud de la acción se describe por diversos valores representativos, dependiendo de las demás acciones que se deban considerar simultáneas con ella, tales como valor característico, de combinación, frecuente y casi permanente.

Combinación de acciones

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

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

Considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$).
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;



- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

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

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

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

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Los valores de los coeficientes de simultaneidad, ψ , se establecen en la tabla 4.2

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

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

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



4.1.1.1.2 Aptitud de servicio SE-2

Deformaciones

Flechas

Cuando se considere la *integridad de los elementos constructivos*, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas.
- 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- 1/300 en el resto de los casos.

Cuando se considere el *confort de los usuarios*, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.

Cuando se considere la *apariencia de la obra*, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.



4.1.1.2 ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN DB-SE-AE

4.1.1.2.1 Acciones permanentes

El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el *Anejo C* se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.

En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a 1,2 kN/m² y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida. Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de alzado multiplicado por la razón entre la superficie de tabiquería y la de la planta considerada. En el caso de tabiquería más pesada, ésta podrá asimilarse al mismo valor de carga equivalente uniforme citado más un incremento local, de valor igual al exceso de peso del tabique respecto a 1,2 kN por m² de alzado. En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 1,0 kN por cada m² de superficie construida. Si se procede por medición directa del peso de la tabiquería proyectada, deberán considerarse las alteraciones y modificaciones que sean razonables en la vida del edificio.

El peso de las fachadas y elementos de compartimentación pesados, tratados como acción local, se asignará como carga a aquellos elementos que inequívocamente vayan a soportarlos, teniendo en cuenta, en su caso, la posibilidad de reparto a elementos adyacentes y los efectos de arcos de descarga. En caso de continuidad con plantas inferiores, debe considerarse, del lado de la seguridad del elemento, que la totalidad de su peso gravita sobre sí mismo.

El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores.



4.1.1.2.2 Acciones variables

Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Valores

Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la *Tabla 3.1*. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

⁽²⁾ En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

⁽³⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.



En porches, aceras y espacios de tránsito situados sobre un elemento portante o sobre un terreno que desarrolla empujes sobre otros elementos estructurales, se considerará una sobrecarga de uso de 1 kN/m² si se trata de espacios privados y de 3kN/m² si son de acceso público.

Acciones sobre barandillas

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor característico se obtendrá de la tabla 3.3. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

Los elementos divisorios, tales como tabiques, deben soportar una fuerza horizontal mitad a la definida en la tabla 3.3, según el uso a cada lado del mismo.

Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve.

En cubiertas accesibles para personas o vehículos, deben considerarse las posibles acumulaciones debidas a redistribuciones artificiales de la nieve. Asimismo, deben tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de nieve.

Determinación de la carga

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse:

Siendo:

μ coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3;



S_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

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

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	820	0,4	Santander	1.000	0,7
Badajoz	180	0,2	León	150	0,5	Segovia	10	0,2
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Bilbao / <i>Bilbo</i>	860	0,3	Logroño	470	0,7	Soria	0	0,4
Burgos	440	0,6	Lugo	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cáceres	0	0,4	Madrid	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	40	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	640	0,2	Murcia	130	0,4	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	100	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	230	0,5	Valencia/ <i>València</i>	690	0,4
Córdoba	0	0,2	Oviedo	740	0,4	Valladolid	520	0,7
Coruña / <i>A Coruña</i>	1.010	0,3	Palencia	0	0,2	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,4
Cuenca	70	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / <i>Girona</i>	690	0,4	Palmas, Las	450	0,7	Zaragoza	0	0,2
Granada	0	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>			Ceuta y Melilla		

El peso específico de la nieve acumulada es muy variable, pudiendo adoptarse 1,2 kN/m³ para la recién caída, 2,0 kN/m³ para la prensada o empapada, y 4,0 kN/m³ para la mezclada con granizo.

Coefficiente de forma

El viento puede acompañar o seguir a las nevadas, lo que origina un depósito irregular de la nieve sobre las cubiertas. Por ello, el espesor de la capa de nieve puede ser diferente en cada faldón.

Para la determinación del coeficiente de forma de cada uno de ellos, se aplicarán una serie de normas.

En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60° (para valores intermedios se interpolará linealmente). Si hay impedimento, se tomará $\mu = 1$ sea cual sea la inclinación.

En un faldón que limita inferiormente con una limahoya, lo que supone un impedimento al deslizamiento de la nieve, se distinguen dos casos:

- Si el faldón sucesivo está inclinado en el mismo sentido, como coeficiente de forma del de encima se tomará el correspondiente a la inclinación del de debajo en una anchura de 2m.



- Si está inclinado en sentido contrario, y la semisuma de las inclinaciones, β , es mayor de 30° , el coeficiente de forma de ambos será de 2,0; en otro caso será $\mu = 1 + \beta/30^\circ$ en una anchura de 2m.

4.1.1.3 ACERO DB-SE-A

4.1.1.3.1 BASES DE CÁLCULO

Condiciones que deben verificarse

Para la verificación de la capacidad portante se consideran los estados límite último de estabilidad y resistencia, de acuerdo a DB SE 4.2

Efecto de las acciones

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2.

Coefficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

Para el caso de los coeficientes parciales en la resistencia, se adoptarán normalmente, los siguientes valores:

$\gamma_{M0} = 1,05$	coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
$\gamma_{M1} = 1,05$	coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
$\gamma_{M2} = 1,25$	coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material y a la resistencia de los medios de unión

4.1.1.3.2 MATERIALES

Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen:



Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

Resistencia de cálculo

Se define resistencia de cálculo, f_{yd} , al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material:

$$f_{yd} = f_y / \gamma_M$$

siendo:

f_y tensión del límite elástico del material base. No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación;

γ_M coeficiente parcial de seguridad del material, de acuerdo al apartado 2.3.3

4.1.1.3.3 ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Debe verificarse la resistencia de los elementos a través de la comprobación de:

Resistencia de las secciones a tracción

Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} \leq N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud}$$

Resistencia de las secciones a flexión

Debe cumplirse la siguiente condición: $\sigma_{xd} < f_{yd}$



$$\sigma_{xd} = \frac{M_{yed}}{I_y} \times Z_{max}$$

siendo:

M_{yed}	Momento de cálculo;
I_y	Inercia en el eje y;
Z_{max}	Distancia del eje a la parte más alejada.

Resistencia de las acciones a esfuerzos cortantes

El esfuerzo cortante de cálculo V_{ed} , será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

siendo: A_v Área eficaz.

4.1.1.4 MADERA DB-SE-M

4.1.1.4.1 Bases de cálculo

Propiedades de los materiales

Clases de servicio

Cada elemento estructural considerado debe asignarse a una de las clases de servicio definidas a continuación, en función de las condiciones ambientales previstas:

- *Clase de servicio 1.* Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 65% unas pocas semanas al año.
- *Clase de servicio 2.* Se caracteriza por un contenido de humedad en la madera correspondiente a una temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del aire que sólo exceda el 85% unas pocas semanas al año.
- *Clase de servicio 3.* Condiciones ambientales que conduzcan a contenido de humedad superior al de la clase de servicio 2.

En la *clase de servicio 1* la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 12%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente interior.

En la *clase de servicio 2* la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas no excede el 20%. En esta clase se encuentran, en general, las



estructuras de madera a cubierto, pero abiertas y expuestas al ambiente exterior, como es el caso de cobertizos y viseras.

En la *clase de servicio 3* la humedad de equilibrio higroscópico media en la mayoría de las coníferas excede el 20%. En esta clase se encuentran, en general, las estructuras de madera expuestas a un ambiente exterior sin cubrir.

Valor de cálculo de las propiedades del material

El valor de cálculo, X_d , de una propiedad del material (resistencia) se define como:

$$X_d = k_{\text{mod}} \cdot \left(\frac{X_k}{\gamma_M} \right)$$

siendo:

X_k valor característico de la propiedad del material;

γ_M coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material definido en la tabla 2.3;

k_{mod} factor de modificación, cuyos valores figuran en la tabla 2.4 teniendo en cuenta, previamente, la clase de duración de la combinación de carga.

Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material, γ_M .

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de partículas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	
	1,0

4.1.1.4.2 Materiales

Madera maciza

Dentro de la madera maciza se incluye la madera aserrada y la madera de rollizo.

La madera aserrada, para su uso en estructuras, estará clasificada quedando asignada a una clase resistente, siendo las posibles:

- Para coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50
- Para frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

En las cuales los números indican el valor de la resistencia característica a flexión, $f_{m,k}$, expresada en N/mm².



Propiedades asociadas a cada clase resistente de madera aserrada:

Tabla E.1 Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

Propiedades		Clase resistente											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (característica) en N/mm²													
- Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	22	22	23	25	26	27	29
-Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
- Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Rigidez, en kN/mm²													
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad, en kg/m³													
- Densidad característica	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
- Densidad media	ρ_{medio}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Tabla E.2 Madera aserrada. Especies frondosas. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase resistente

Propiedades		Clase Resistente							
		D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Resistencia (característica), en N/mm²									
- Flexión	$f_{m,k}$	18	24	30	35	40	50	60	70
- Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	11	14	18	21	24	30	36	42
- Tracción perpendicular.	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	18	21	23	25	26	29	32	34
-Compresión perpendicular.	$f_{c,90,k}$	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
- Cortante	$f_{v,k}$	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Rigidez, kN/mm²									
-Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,medio}$	10	11	12	12	13	14	17	20
- Módulo de elasticidad paralelo 5 ^o -percentil	$E_{0,k}$	8,4	9,2	10,1	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,67	0,73	0,80	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
- Módulo transversal medio	G_{medio}	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Densidad, kg/m³									
-Densidad característica	ρ_k	500	520	530	540	550	620	700	900
- Densidad media	ρ_{medio}	610	630	640	650	660	750	840	1080

4.1.1.4.3 Estados límites últimos**Principios generales**

Este apartado se aplica a la comprobación de solicitaciones en piezas de sección constante de madera maciza, laminada y productos estructurales derivados de la madera con la dirección de las fibras sensiblemente paralela a su eje axial.

Se supone que las tensiones se orientan solamente según los ejes principales.

Comprobaciones

Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Se determinan unas condiciones determinadas dependiendo de las solicitaciones del elemento, siendo algunas de ellas:

Compresión uniforme paralela a la fibra

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$$

siendo:

$\sigma_{c,0,d}$ tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra;
 $f_{c,0,d}$ resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra.

Flexión simple

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

siendo:

$\sigma_{m,d}$ tensión de cálculo a flexión;
 $f_{m,d}$ resistencia de cálculo a flexión.

Flexión enviada

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

siendo:

$\sigma_{m,y,d}$ tensión de cálculo a flexión respecto al eje principal;
 $f_{m,y,d}$ resistencia de cálculo a flexión del eje principal x;
 $\sigma_{m,z,d}$ tensión de cálculo a flexión respecto al eje z;
 $f_{m,z,d}$ resistencia de cálculo a flexión respecto al eje z;
 $k_m = 0,7$ para secciones rectangulares de madera maciza.

Cortante

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

siendo:

τ_d tensión de cálculo a cortante
 $f_{v,d}$ resistencia de cálculo a cortante (corte paralelo)

Para la comprobación de cortante de piezas en flexión, debería tenerse en cuenta la influencia de las fendas utilizando un ancho eficaz de la pieza, b_{ef} , definido por la expresión:

$$b_{ef} = k_{cr} b$$

siendo:

b ancho de la sección correspondiente de la pieza;
 $k_{cr} = 0,67$ para la madera maciza.



Flexión y tracción axial combinadas

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

siendo:

$\sigma_{c,0,d}$	tensión de cálculo a compresión paralela;
$f_{c,0,d}$	resistencia de cálculo a compresión paralela;
$\sigma_{m,y,d}$	tensión de cálculo a flexión respecto al eje y;
$f_{m,y,d}$	resistencia de cálculo a flexión respecto al eje y;
$\sigma_{m,z,d}$	tensión de cálculo a flexión respecto al eje z;
$f_{m,z,d}$	resistencia de cálculo a flexión respecto al eje z;
k_m	factor definido en el apartado 6.1.7

Flexión y compresión axial combinada

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

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

siendo:

$\sigma_{c,0,d}$	tensión de cálculo a compresión paralela;
$f_{c,0,d}$	resistencia de cálculo a compresión paralela;
$\sigma_{m,y,d}$	tensión de cálculo a flexión respecto al eje y;
$f_{m,y,d}$	resistencia de cálculo a flexión respecto al eje y;
$\sigma_{m,z,d}$	tensión de cálculo a flexión respecto al eje z;
$f_{m,z,d}$	resistencia de cálculo a flexión respecto al eje z;
k_m	factor definido en el apartado 6.1.7

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

Se procurara en la medida de lo posible disponer un tipo de estructura similar a la estructura actual siendo esta sustituida en su totalidad a causa del estado de deterioro, por elementos con resistencia igual o superior al elemento que sustituyen.

El sistema estructural utilizado estará formado a base de entramados de vigas, viguetas y cerchas de madera de castaño, de clase resistente D60.



En zonas puntuales de la estructura se empleará hormigón, como es el caso de los pilares del porche.

4.1.3 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.1.3.1 Cimentaciones

La cimentación consiste en la prolongación de los muros de carga de mampostería, con resistencia adecuada para soportar las acciones que gravitan sobre ellos.

En el caso del porche exterior de la fachada este, se proyecta la ejecución de zapatas aisladas de 80 x 80 x 80 cm de hormigón armado HA 25/P/40/IIa unidas mediante vigas de atado.

4.1.3.2 Forjados

En el caso de los forjados, la carga que soportan se transmitirá a las viguetas, estando estas separadas un máximo de 65 cm (en el mayor de los casos). A su vez, la vigueta transmite la carga a la viga, que se apoya en los muros de carga. La unión entre la vigueta y viga se realiza mediante elementos de conexión o herrajes de acero galvanizado de perfil oculto, que tendrán que tener una resistencia suficiente para soportar la carga transmitida.

4.1.3.3 Cubiertas

En la estructura de cubierta, el forjado se apoya en los pares y estos en la viga de cubierta, que a su vez, transmiten la carga a los soportes.

4.1.4 COMPROBACIÓN DE ELEMENTOS

Cálculos realizados con ordenador.

Programa de cálculo: Cype

El programa realiza el análisis de solicitaciones mediante un cálculo por métodos matriciales de rigidez, formando las barras con elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad, y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada entramado, para simular el comportamiento rígido del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo.

Los entramados de madera se han diseñado tanto para tensiones como para deformaciones, comprobando que ambas están dentro de los límites fijados por la



normativa. La determinación de las solicitaciones a las que habrá de hacer frente la estructura, originadas por las acciones consideradas, se efectúa con arreglo a los Principios de la Mecánica Racional, las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad, tomándose las cargas señaladas en el DB-SE, considerando las hipótesis en ELU (Estados Límites Últimos), siguiendo las especificaciones del documento SE-M, determinándose una Clase de Servicio 2 en función de las condiciones ambientales previstas.

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE-08, artículo 8, utilizando el Método de Cálculo en Rotura en Estructura de hormigón armado.

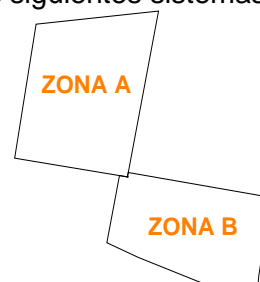
Memoria de cálculo

Debido a la numerosa documentación aportada por el programa informático utilizado para calcular el sistema estructural de la vivienda y, que el procedimiento de cálculo que utiliza es repetitivo, se ha decidido adjuntar sólo una parte proporcional de dicha documentación, que comprenda cada uno de los sistemas estructurales utilizados y por planta. (De ser necesaria la documentación completa se anexaría de forma independiente al proyecto).

Los casos que se exponen serán los más desfavorables para cada tipo de sistema estructural, puesto que, si para el caso más desfavorable cumple, como es obvio, cumplirá para el resto.

Los cálculos de los *elementos estructurales más representativos* que se han seleccionado para adjuntar en el proyecto corresponden a los siguientes sistemas:

- Planta baja: entramado de madera (zona B)
(ver apartado 4.1.4.1)
- Planta cubierta: entramado de madera (zona A)
(ver apartado 4.1.4.2.)
- Pilar de hormigón de la zona del porche (zona A)
(ver apartado 4.1.4.3.)



Esquema explicativo de las zonas de la vivienda.

4.1.4.1 FORJADO PLANTA BAJA

Estudio de una viga y una vigueta como elementos representativos del entramado de madera de la zona B de la vivienda, por presentar las situaciones más desfavorables de la planta baja.



Características mecánicas del sistema estructural									
Material		Ref.	Descripción	A(cm ²)	Avy(cm ²)	Avz(cm ²)	Iyy(cm ⁴)	Izz(cm ⁴)	It(cm ⁴)
Tipo	Designación								
Madera	D60	1	V-240x180, (Vigas)	432.00	360.00	360.00	20736.00	11664.00	25100.93
		2	R 100x120, (viguetas)	120.00	100.00	100.00	1440.00	1000.00	1977.60

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

4.1.4.1.1 VIGA

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2.- Estados límite

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- 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

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	0.500	0.300

Desplazamientos

Característica				
	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	1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

- Nombres de las hipótesis**

G Carga permanente

Q 1 Q 1

- E.L.U. de rotura. Madera**



1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	G	Q 1
1	0.800	
2	1.350	
3	0.800	1.500
4	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	G	Q 1
1	1.000	
2	1.000	0.500

- **Desplazamientos**

Comb.	G	Q 1
1	1.000	
2	1.000	1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.
Resistencia requerida: R 30

Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.
Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Viga y materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E(MPa)	ν	G(MPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación					
Madera	D60	17000.00	7.019	1060.00	0.000005	8.24
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>$\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i></p>						



2.1.2. Comprobaciones E.L.U.

Barra N43/41

Perfil: V-240x180Material: Madera (D60)							
	Nudos		Longitud(m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área(□m²)	I _y (1) (cm ⁴)	I _z (1) (cm ⁴)	I _t (2) (cm ⁴)
	N43	N41	0.658	432.00	20736.00	11664.00	25100.93
	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	0.50	0.00	0.00	0.00			
L _K	0.329	0.329	0.000	0.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
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}	
N43/N41	$\eta = 22.2$	N.P.(1)	x: 0.65 m $\eta = 37.8$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 18.3$	$\eta = 1.3$	x: 0.658m $\eta = 38.3$	x: 0.658 m $\eta = 60.5$	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 19.6$	CUMPLE $\eta = 60.5$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.												
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}	
N43/N41	$\eta = 7.9$	N.P.(1)	x: 0.658m $\eta = 16.7$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta = 0.6$	x: 0.658m $\eta = 16.9$	x: 0.658 m $\eta = 24.8$	N.P.(2)	x: 0m $\eta = 7.1$	CUMPLE $\eta = 24.8$
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (2) La comprobación no procede, ya que la barra no está sometida a flexión y compresión combinadas.												
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)



Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.222$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

$\sigma_{t,0,d}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{t,0,d} : 4.3$ MPa

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

Donde:

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

$$N_{t,0,d} : 186.23 \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : 432.00 \text{ cm}^2$$

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

$$f_{t,0,d} : 19.4 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : 0.70$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : 1.00$$

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

$$k_h = 1.0$$

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

$$f_{t,0,k} : 36.0 \text{ MPa}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\eta : 0.378$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N41, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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: $\sigma_{m,y,d+}$: 12.2 MPa
 $\sigma_{m,y,d-}$: 0.0 MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo $M_{y,d+}$: 21.13 kN·m

$M_{y,d-}$: 0.00 kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección $W_{el,y}$: 1728.00 cm³

$f_{m,d}$: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: $f_{m,y,d+}$: 32.3 MPa

$f_{m,y,d-}$: 27.7 MPa

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

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad k_{mod+} : 0.70
 k_{mod-} : 0.60

Donde:

Clase de duración de la carga $Clase+$: Larga duración

$Clase-$: Permanente

Clase de servicio $Clase$: 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión $f_{m,k}$: 60.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por: k_h : 1.00

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

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del γ_M : 1.30

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

η : 0.008



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

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

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

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



Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{z,d+} : <u>0.00</u> kN·m
	M_{z,d-} : <u>0.32</u> kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección	W_{el,z} : <u>1296.00</u> cm ³
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,z,d+} : <u>27.7</u> MPa
	f_{m,z,d-} : <u>32.3</u> MPa

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

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod+} : <u>0.60</u>
	k_{mod-} : <u>0.70</u>

Donde:

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

Clase- : Larga duración

Clase : 1

Clase de servicio

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión **f_{m,k}** : 60.0 MPa

k_h: Factor de altura, dado por: **k_h** : 1.00

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

$$k_h = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del **γ_M** : 1.30

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 : 0.019 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **τ_{y,d}** : 0.0 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo **V_{y,d}** : 0.89 kN

A: Área de la sección transversal **A** : 432.00 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}** : 2.4 MPa

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

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1) **k_{mod}** : 0.70



$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$: <u>4.5</u> MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.30</u>

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 : 0.183 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

$\tau_{z,d}$: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **$\tau_{z,d}$** : 0.4 MPa

$$\tau_{z,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A : Área de la sección transversal

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

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

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

Donde:

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

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

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

V_d : 8.56 kN

A : 432.00 cm²

k_{cr} : 0.67

$f_{v,d}$: 2.4 MPa

k_{mod} : 0.70

$f_{v,k}$: 4.5 MPa

γ_M : 1.30

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.013 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

$\tau_{tor,d}$: Tensión de cálculo a torsión, dada por: **$\tau_{tor,d}$** : 0.0 MPa

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo

W_{tor} : Modulo resistente a torsión

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

$M_{x,d}$: 0.06 kN·m

W_{tor} : 1772.93 cm³

k_{forma} : 1.20



$$k_{\text{forma}} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{\text{max}}}{b_{\text{min}}} \right\}$$

Donde:

b_{max}: Ancho mayor de la sección transversal

b_{max} : 240.00 mm

b_{min}: Ancho menor de la sección transversal

b_{min} : 180.00 mm

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

f_{v,d} : 2.4 MPa

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$$

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

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

η : 0.383



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

η : 0.271



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N41, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

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

σ_{m,y,d} : 12.2 MPa

σ_{m,z,d} : 0.2 MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{y,d} : 21.13 kN·m

M_{z,d} : 0.27 kN·m

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

W_{el,y} : 1728.00 cm³

W_{el,z} : 1296.00 cm³

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

f_{m,y,d} : 32.3 MPa

f_{m,z,d} : 32.3 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 60.0 MPa



kh: Factor de altura, dado por:

kh,y : 1.00

kh,z : 1.00

YM: Coeficiente parcial para las propiedades del material

YM : 1.30

km: 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

km : 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

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

η : **0.605** ✓

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

η : **0.494** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N41, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

σ_{t,0,d}: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: **σ_{t,0,d}** : 4.3 MPa

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

Donde:

N_{t,0,d}: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra **N_{t,0,d}** : 186.23 kN

A: Área de la sección transversal **A** : 432.00 cm²

σ_{m,d}: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **σ_{m,y,d}** : 12.2 MPa

σ_{m,z,d} : 0.2 MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **M_{y,d}** : 21.13 kN·m

M_{z,d} : 0.27 kN·m

W_{el}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **W_{el,y}** : 1728.00 cm³

W_{el,z} : 1296.00 cm³

f_{t,0,d}: Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: **f_{t,0,d}** : 19.4 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

kh: Factor de altura, dado por:

kh : 1.00

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales



$$k_h = 1.0$$

ft,0,k : Resistencia característica a tracción paralela a la	ft,0,k	: 36.0	MPa
YM : Coeficiente parcial para las propiedades del material	YM	: 1.30	
fm,d : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	fm,y,d	: 32.3	MPa
	fm,z,d	: 32.3	MPa

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

Donde:

kmod : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)	kmod	: 0.70	
fm,k : Resistencia característica a flexión	fm,k	: 60.0	MPa
kh : Factor de altura, dado por:	kh,y	: 1.00	
	kh,z	: 1.00	

Eje y:

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

$$k_h = 1.0$$

Eje z:

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

$$k_h = 1.0$$

YM : Coeficiente parcial para las propiedades del material	YM	: 1.30	
km : 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	km	: 0.70	

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,y,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.028



$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,z,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.196



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Donde:

τ_d : Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

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

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

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

$M_{x,d}$: Momento torsor de cálculo

W_{tor} : Modulo resistente a torsión

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

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

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

Donde:

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

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

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

$$\tau_{z,d} : 0.4 \text{ MPa}$$

$$V_{y,d} : 0.89 \text{ kN}$$

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

$$A : 432.00 \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : 0.67$$

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

$$\tau_{tor,z,d} : 0.0 \text{ MPa}$$

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

$$W_{tor,y} : 2363.90 \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : 1772.93 \text{ cm}^3$$

$$k_{forma} : 1.20$$

$$f_{v,d} : 2.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} : 0.70$$

$$f_{v,k} : 4.5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M : 1.30$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.079$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5-Q1.

Donde:

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

$$\sigma_{t,0,d,fi} : 3.6 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$N_{t,0,d} : 91.13 \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : 256.69 \text{ cm}^2$$

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

$$f_{t,0,d,fi} : 45.0 \text{ MPa}$$



$$f_{t,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$k_{h,fi} : 1.00$$

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

$$k_{h,fi} = 1.0$$

f_{t,0,k}: Resistencia característica a tracción paralela a la fibra **f_{t,0,k}** : 36.0 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}** : 1.25

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:

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

$$\eta : 0.167$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N41, para la combinación de acciones G+0.5·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,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$$\sigma_{m,y,d,fi+} : 12.5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d,fi-} : 0.0 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d+} : 10.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d-} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : 825.69 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : 75.0 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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



Donde:

Clase de duración de la carga	Clase+	: <u>Larga duración</u>
	Clase-	: <u>Permanente</u>
Clase de servicio	Clase	: <u>1</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k}	: <u>60.0</u> MPa
k_{h,fi} : Factor de altura, dado por:	k_{h,fi}	: <u>1.00</u>
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:		
$k_{h,fi} = 1.0$		
γ_{M,fi} : Coeficiente parcial para las propiedades del	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>1.25</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 : 0.004



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

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>0.3</u> MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{z,d+}	: <u>0.00</u> kN·m
	M_{z,d-}	: <u>0.16</u> kN·m
W_{el,fi} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,z,fi}	: <u>569.00</u> cm ³
f_{m,d,fi} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,z,d,fi}	: <u>76.8</u> MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: <u>1.00</u>
---	---------------------------	---------------

Donde:

Clase de duración de la carga	Clase+	: <u>Permanente</u>
	Clase-	: <u>Larga duración</u>
Clase de servicio	Clase	: <u>1</u>



f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k}	: <u>60.0</u>	MPa
k_{h,fi} : Factor de altura, dado por: Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza	k_{h,fi}	: <u>1.02</u>	
$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$			
Donde:			
h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: <u>133.00</u>	mm
γ_{M,fi} : Coeficiente parcial para las propiedades del	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>1.25</u>	

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.007 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

T_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{y,d,fi}** : 0.0 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{y,d} : 0.44 kN

A_{fi}: Área de la sección transversal

A_{fi} : 256.69 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} : 5.6 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

k_{mod,fi} : 1.00

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 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} : 1.25

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.065 \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

T_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{d,fi}** : 0.4 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_d : 4.16 kN

A_{fi}: Área de la sección transversal

A_{fi} : 256.69 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} : 5.6 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

k_{mod,fi} : 1.00

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 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} : 1.25

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

T_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por: **T_{tor,d,fi}** : 0.0 MPa

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

M_{x,d} : 0.03 kN·m

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

W_{tor,fi} : 802.52 cm³

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

k_{forma,fi} : 1.22

$$k_{forma,fi} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max,fi}}{b_{min,fi}} \right\}$$

Donde:

b_{max,fi}: Ancho mayor de la sección transversal

b_{max,fi} : 193.00 mm

b_{min,fi}: Ancho menor de la sección transversal

b_{min,fi} : 133.00 mm

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

f_{v,d,fi} : 5.6 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:



k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi} : <u>1.00</u>
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k} : <u>4.5</u> MPa
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>1.25</u>

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

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

$$\eta : \underline{0.169} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.120} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N41, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

σ_{m,d,fi} : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,y,d,fi} : <u>12.5</u> MPa
	σ_{m,z,d,fi} : <u>0.2</u> MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **M_{y,d}** : 10.33 kN·m

M_{z,d} : 0.13 kN·m

W_{el,fi}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **W_{el,y,fi}** : 825.69 cm³

W_{el,z,fi} : 569.00 cm³

f_{m,d,fi}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **f_{m,y,d,fi}** : 75.0 MPa

f_{m,z,d,fi} : 76.8 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod,fi}** : 1.00

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión **f_{m,k}** : 60.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por: **k_{h,y,fi}** : 1.00

k_{h,z,fi} : 1.02

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}** : 1.25

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.2.2)

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión y tracción axial combinadas

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

 $\eta : 0.248$ ✓

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

 $\eta : 0.199$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N41, para la combinación de acciones G+0.5-Q1.

Donde:

 $\sigma_{t,0,d,fi}$: Tensión de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{t,0,d,fi}$** : 3.6 MPa

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

Donde:

 $N_{t,0,d}$: Tracción axial de cálculo paralela a la fibra **$N_{t,0,d}$** : 91.13 kN **A_{fi}** : Área de la sección transversal **A_{fi}** : 256.69 cm² **$\sigma_{m,d,fi}$** : Tensión de cálculo a flexión, dada por: **$\sigma_{m,y,d,fi}$** : 12.5 MPa **$\sigma_{m,z,d,fi}$** : 0.2 MPa

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

Donde:

 M_d : Momento flector de cálculo **$M_{y,d}$** : 10.33 kN·m **$M_{z,d}$** : 0.13 kN·m **$W_{el,fi}$** : Módulo resistente elástico de la sección transversal **$W_{el,y,fi}$** : 825.69 cm³ **$W_{el,z,fi}$** : 569.00 cm³ **$f_{t,0,d,fi}$** : Resistencia de cálculo a tracción paralela a la fibra, dada **$f_{t,0,d,fi}$** : 45.0 MPa

$$f_{t,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

 $k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **$k_{mod,fi}$** : 1.00 **$k_{h,fi}$** : Factor de altura, dado por: **$k_{h,fi}$** : 1.00

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

$$k_{h,fi} = 1.0$$

 $f_{t,0,k}$: Resistencia característica a tracción paralela a la **$f_{t,0,k}$** : 36.0 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}** : 1.25 **$f_{m,d,fi}$** : Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **$f_{m,y,d,fi}$** : 75.0 MPa **$f_{m,z,d,fi}$** : 76.8 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,y,fi} : 1.00$$

$$k_{h,z,fi} : 1.02$$

Eje y:

Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales

$$k_{h,fi} = 1.0$$

Eje z:

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Dónde:

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

$$h_{fi} : 133.00 \text{ mm}$$

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

$$k_{fi} : 1.25$$

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 - 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)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : 0.011$$



$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : 0.071$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones G+0.5-Q1.

Donde:

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

$$T_{y,d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d,fi} : 0.4 \text{ MPa}$$



$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

A_{fi}: Área de la sección transversal

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

T_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

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

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

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

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

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

$$V_{y,d} : 0.44 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : 4.16 \text{ kN}$$

$$A_{fi} : 256.69 \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : 0.67$$

$$T_{tor,y,d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$T_{tor,z,d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$M_{x,d} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{tor,y,fi} : 1164.55 \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : 802.52 \text{ cm}^3$$

$$k_{forma,fi} : 1.22$$

$$f_{v,d,fi} : 5.6 \text{ MPa}$$

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

$$f_{v,k} : 4.5 \text{ MPa}$$

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

$$k_{fi} : 1.25$$

4.1.4.1.2 VIGUETA

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

1.2.- Estados límite

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación



$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- 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

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	0.500	0.300

Desplazamientos

Característica		
	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	1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

G Carga
Q Q 1

- **E.L.U. de rotura. Madera**

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	G	Q 1
1	0.800	
2	1.350	
3	0.800	1.500
4	1.350	1.500

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	G	Q 1
1	1.000	
2	1.000	0.500

- **Desplazamientos**

Comb.	G	Q 1
1	1.000	
2	1.000	1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.
Resistencia requerida: R 30

Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.
Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

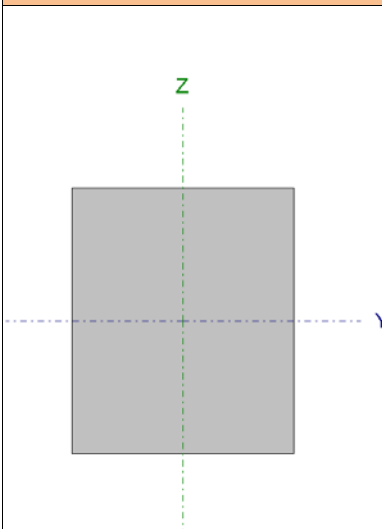


2.1.1.- Vigueta y materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E(MPa)	ν	G(MPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Madera	D60	17000.00	7.019	1060.00	0.000005	8.24
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>$\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i></p>						

2.1.2. Comprobaciones E.L.U.

Barra N41/N42

Perfil: R 100x120 Material: Madera (D60)							
	Nudos		Longitud(m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área(cm²)	I _y (1) (cm ⁴)	I _z (1) (cm ⁴)	I _t (2) (cm ⁴)
		N41	N42	3.400	120.00	1440.00	1000.00
<p><i>Notas:</i> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme</p>							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β	0.50	0.50	0.00	0.00		
	LK	1.700	1.700	0.000	0.000		
	C1	-		1.000			
<p><i>Notación:</i> β: Coeficiente de pandeo LK: Longitud de pandeo (m) C1: Factor de modificación para el momento crítico</p>							
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}
N41/N42	N.P.(1)	$\eta = 0.3$	x: 1.7 m $\eta = 17.6$	x: 3.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.4 m $\eta = 16.2$	N.P.(2)	x: 1.7 m $\eta = 17.6$	N.P.(3)	x: 1.7 m $\eta = 17.9$	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 17.9$
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (3) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. (4) 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}
N41/N42	N.P.(1)	$\eta = 0.5$	x: 1.7 m $\eta = 17.0$	x: 3.4 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.4 m $\eta = 10.6$	N.P.(2)	x: 1.7 m $\eta = 17.1$	N.P.(3)	x: 1.7 m $\eta = 17.4$	N.P.(4)	CUMPLE $\eta = 17.4$



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 momento torsor.
- (3) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.
- (4) 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)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

η : 0.002



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 : 0.003



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 : 0.003



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d}$: 0.0 MPa

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

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d}$: 0.50 kN

A : Área de la sección transversal A : 120.00 cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada $f_{c,0,d}$: 17.2 MPa

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



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

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

f_{c,0,k} : 32.0 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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

χ_c: Factor de inestabilidad, dado por:

χ_{c,y} : 0.86

χ_{c,z} : 0.77

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

Dónde:

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

k_y : 0.82

k_z : 0.95

Donde:

β_c: Factor asociado a la rectitud de las piezas

β_c : 0.20

λ_{rel}: Esbeltez relativa, dada por:

λ_{rel,y} : 0.74

λ_{rel,z} : 0.89

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

Donde:

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

E_{0,k} : 14300.0 MPa

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

f_{c,0,k} : 32.0 MPa

λ: Esbeltez mecánica, dada por:

λ_y : 49.07

λ_z : 58.89

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

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra

L_{k,y} : 1700.00 mm

L_{k,z} : 1700.00 mm

i: Radio de giro

i_y : 34.64 mm

i_z : 28.87 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 : 0.176



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.700 m del nudo N41, para la combinación de acciones 1.35·G+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:

$$\sigma_{m,y,d+} : \underline{5.9} \quad \text{MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d-} : \underline{0.0} \quad \text{MPa}$$

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d+} : \underline{1.43} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,d-} : \underline{0.00} \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : \underline{240.00} \quad \text{cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d+} : \underline{33.8} \quad \text{MPa}$$

$$f_{m,y,d-} : \underline{29.0} \quad \text{MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod+} : \underline{0.70}$$

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

Donde:

Clase de duración de la carga

$$Clase+ : \underline{Larga\ duraci3n}$$

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

Clase de servicio

$$Clase : \underline{1}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{60.0} \quad \text{MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

$$k_h : \underline{1.05}$$

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

$$k_h = \min \left\{ (150 / h)^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

$$h : \underline{120.00} \quad \text{mm}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

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



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones 1.35-G+1.5-Q1.

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:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

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

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

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

Donde:

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

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase de servicio

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

k_h: Factor de altura, dado por:

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

$$k_h = \min \left\{ (150 / h)^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\sigma_{m,z,d}$: 0.0 MPa

M_{z,d} : 0.01 kN·m

W_{el,z} : 200.00 cm³

f_{m,z,d+} : 35.0 MPa

f_{m,z,d-} : 30.0 MPa

k_{mod+} : 0.70

k_{mod-} : 0.60

Clase+ : Larga duración

Clase- : Permanente

Clase : 1

f_{m,k} : 60.0 MPa

k_h : 1.08

h : 100.00 mm

γ_M : 1.30

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta < 0.001$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

T_{y,d} : 0.0 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

A: Área de la sección transversal

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

V_{y,d} : 0.00 kN

A : 120.00 cm²

k_{cr} : 0.67



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

$$f_{v,d} : \underline{2.4} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.5} \text{ MPa}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.162}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

τ_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : \underline{0.4} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : \underline{2.11} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : \underline{120.00} \text{ cm}^2$$

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

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

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

$$f_{v,d} : \underline{2.4} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.5} \text{ MPa}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

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

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

$$\eta : \underline{0.176}$$



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

$$\eta : 0.123$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.700 m del nudo N41, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d} : 5.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : 0.0 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : 1.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y} : 240.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : 200.00 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : 33.8 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : 35.0 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : 0.70$$

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

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

$$k_{h,y} : 1.05$$

$$k_{h,z} : 1.08$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

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

$$k_m : 0.70$$

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

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 un punto situado a una distancia de 1.700 m del nudo N41, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión

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

$$\eta : 0.176$$



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

$$\eta : \underline{0.123} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$$\eta : \underline{0.179} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.127} \quad \checkmark$$

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

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

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 0.50 kN

A: Área de la sección transversal

A : 120.00 cm²

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

$\sigma_{m,y,d}$: 5.9 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 0.0 MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: 1.43 kN·m

$M_{z,d}$: 0.00 kN·m

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

$W_{el,y}$: 240.00 cm³

$W_{el,z}$: 200.00 cm³

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

$f_{c,0,d}$: 17.2 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

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

$f_{c,0,k}$: 32.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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

$f_{m,y,d}$: 33.8 MPa

$f_{m,z,d}$: 35.0 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

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

$f_{m,k}$: 60.0 MPa



kh: Factor de altura, dado por:

$$\begin{aligned} k_{h,y} &: 1.05 \\ k_{h,z} &: 1.08 \end{aligned}$$

Eje y:

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

$$k_h = \min \left\{ (150/h)^{0.2}; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

$$h : 120.00 \text{ mm}$$

Eje z:

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

$$k_h = \min \left\{ (150/h)^{0.2}; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

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

YM: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$Y_M : 1.30$$

km: 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

$$k_m : 0.70$$

χc: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : 0.86$$

$$\chi_{c,z} : 0.77$$

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

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

$$\eta : 0.002$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

$$\eta : 0.003$$



Resistencia a pandeo por flexión en el eje z



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

$$\eta : 0.005$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : 0.24 \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : 38.69 \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : 40.0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: 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

$$k_{fi} : 1.25$$

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

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

$$\chi_{c,y,fi} : 0.54$$

$$\chi_{c,z,fi} : 0.31$$

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Dónde:

$$k_{fi} = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,fi} - 0.3) + \lambda_{rel,fi}^2 \right)$$

$$k_{y,fi} : 1.33$$

$$k_{z,fi} : 2.04$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : 0.20$$

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

$$\lambda_{rel,y,fi} : 1.21$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : 1.67$$

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

Donde:

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

$$E_{0,k} : 14300.0 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$$

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

$$k_{fi} : 1.25$$



λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : \underline{80.67}$$

$$\lambda_{z,fi} : \underline{111.11}$$

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra	$L_{k,y}$: <u>1700.00</u> mm
	$L_{k,z}$: <u>1700.00</u> mm
i_{fi} : Radio de giro	$i_{y,fi}$: <u>21.07</u> mm
	$i_{z,fi}$: <u>15.30</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:

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

$\eta : \underline{0.170}$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.700 m del nudo N41, para la combinación de acciones G+0.5·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: **$\sigma_{m,d,fi}$** : Tensión de cálculo a flexión, dada por:

$\sigma_{m,y,d,fi+}$: <u>14.8</u> MPa
$\sigma_{m,y,d,fi-}$: <u>0.0</u> MPa

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

Donde:

 M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d+}$: <u>0.70</u> kN·m
$M_{y,d-}$: <u>0.00</u> kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: <u>47.07</u> cm ³
$f_{m,y,d,fi}$: <u>86.6</u> MPa

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

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase+ : Larga duración

Clase- : Permanente

Clase de servicio

Clase : 1

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

$f_{m,k}$: 60.0 MPa

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

$k_{h,fi}$: 1.15

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



$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: 73.00	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}	: 1.25	

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 : 0.001



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

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+}	: 0.1	MPa
	σ_{m,z,d,fi-}	: 0.0	MPa

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

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}	: 34.18	cm ³
f_{m,d,fi} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,z,d,fi}	: 92.3	MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: 1.00	
Donde:	Clase+	: Larga duración	
Clase de duración de la carga	Clase-	: Permanente	
Clase de servicio	Clase	: 1	
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k}	: 60.0	MPa
k_{h,fi} : Factor de altura, dado por:	k_{h,fi}	: 1.23	

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$



Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: 53.00	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}	: 1.25	

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

τ_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **τ_{y,d,fi}** : 0.0 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	V_{y,d}	: 0.00	kN
A_{fi} : Área de la sección transversal	A_{fi}	: 38.69	cm ²
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}	: 5.6	MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: 1.00	
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k}	: 4.5	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}	: 1.25	

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.106 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N42, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

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:

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

T_{z,d,fi} : 0.6 MPa

V_{z,d} : 1.03 kN

A_{fi} : 38.69 cm²

k_{cr} : 0.67

f_{v,d,fi} : 5.6 MPa

k_{mod,fi} : 1.00

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_{M,fi} : 1.00

k_{fi} : 1.25

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

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

η : 0.171 ✓

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

η : 0.120 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.700 m del nudo N41, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Donde:

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

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

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

σ_{m,y,d,fi} : 14.8 MPa

σ_{m,z,d,fi} : 0.0 MPa

M_{y,d} : 0.70 kN·m

M_{z,d} : 0.00 kN·m

W_{el,y,fi} : 47.07 cm³

W_{el,z,fi} : 34.18 cm³

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

f_{m,y,d,fi} : 86.6 MPa



$$f_{m,z,d,fi} : \underline{92.3} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{60.0} \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.15}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.23}$$

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

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

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

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 un punto situado a una distancia de 1.700 m del nudo N41, para la combinación de acciones G+0.5·Q1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

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

$$\eta : \underline{0.171} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.120} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$$\eta : \underline{0.174} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.125} \quad \checkmark$$

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:

$$\sigma_{c,0,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : 0.24 \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : 38.69 \text{ cm}^2$$

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

$$\sigma_{m,y,d,fi} : 14.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : 0.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y,fi} : 47.07 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : 34.18 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : 40.0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: 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

$$k_{fi} : 1.25$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : 86.6 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : 92.3 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,y,fi} : 1.15$$

$$k_{h,z,fi} : 1.23$$

Eje y:

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

$$h_{fi} : 73.00 \text{ mm}$$

Eje z:

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



$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

h_{fi} : 53.00 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} : 1.25

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

km : 0.70

χ_{c,fi}: Factor de inestabilidad

χ_{c,y,fi} : 0.54

χ_{c,z,fi} : 0.31

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.

4.1.4.2 FORJADO DE CUBIERTA

Estudio de par, tirante y viga de cumbrera como elementos representativos del sistema de cubierta, con las situaciones de cálculo más desfavorables. Este entramado forma parte de la cubierta a dos aguas de la zona A de la vivienda.

Características mecánicas del sistema estructural									
Material		Ref.	Descripción	A(cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Madera	D60	1	V-240x160, (pares)	384.00	320.00	320.00	18432.00	8192.00	19267.58
		2	V-160x100, (tirantes)	160.00	133.33	133.33	3413.33	1333.33	3241.60
		3	V-160x160, (pendolón)	256.00	213.33	213.33	5461.33	5461.33	9175.04

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 A_{vy}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 A_{vz}: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 I_{yy}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 I_{zz}: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 I_t: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

4.1.4.2.1 PAR DE CUBIERTA

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento.
 No concomitante con el resto de acciones variables

1.2.- Estados límite



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

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

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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500



Persistente o transitoria (G1)				
	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	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Desplazamientos

Característica				
	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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	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	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**
 - G Carga permanente
 - Q 1 Q 1
 - V 1 V 1



V 2 V 2
 V 3 V 3
 N 1 N 1

- **E.L.U. de rotura. Madera**

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	0.800					
2	1.350					
3	0.800		1.500			
4	1.350		1.500			
5	0.800			1.500		
6	1.350			1.500		
7	0.800				1.500	
8	1.350				1.500	
9	0.800					1.500
10	1.350					1.500
11	0.800		0.900			1.500
12	1.350		0.900			1.500
13	0.800			0.900		1.500
14	1.350			0.900		1.500
15	0.800				0.900	1.500
16	1.350				0.900	1.500
17	0.800		1.500			0.750
18	1.350		1.500			0.750
19	0.800			1.500		0.750
20	1.350			1.500		0.750
21	0.800				1.500	0.750
22	1.350				1.500	0.750
23	0.800	1.500				
24	1.350	1.500				

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	1.000					
2	1.000		0.500			
3	1.000			0.500		
4	1.000				0.500	
5	1.000					0.200

- **Desplazamientos**

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	1.000					
2	1.000		1.000			



3	1.000			1.000		
4	1.000				1.000	
5	1.000					1.000
6	1.000		1.000			1.000
7	1.000			1.000		1.000
8	1.000				1.000	1.000
9	1.000	1.000				
10	1.000	1.000	1.000			
11	1.000	1.000		1.000		
12	1.000	1.000			1.000	
13	1.000	1.000				1.000
14	1.000	1.000	1.000			1.000
15	1.000	1.000		1.000		1.000
16	1.000	1.000			1.000	1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.
Resistencia requerida: R 30

Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.
Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Pares y materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E(MPa)	ν	G(MPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación					
Madera	D60	17000.00	7.019	1060.00	0.000005	8.24
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>$\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i></p>						

2.1.2. Comprobaciones E.L.U.

Barra N12/N11



Perfil: V-240x160 Material: Madera (D60)							
	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	4.118	384.00	18432.00	8192.00	19267.58
	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		0.50	0.50	0.00	0.00	
	L _K		2.059	2.059	0.000	0.000	
C ₁		-		1.000			
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
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}	
N12/N11	N.P.(1)	x: 0 m η = 6.7	x: 4.12 m η = 12.3	x: 0 m η = 3.0	η = 1.1	x: 4.12 m η = 19.5	η = 1.5	x: 4.12 m η = 14.3	N.P.(2)	x: 4.12 m η = 19.6	x: 4.12 m η = 21.0	CUMPLE η = 21.0
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 interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.												
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}	
N12/N11	N.P.(1)	x: 0 m η = 2.9	x: 4.12 m η = 5.4	x: 0 m η = 1.4	η = 0.4	x: 4.12 m η = 7.2	η = 0.7	x: 4.12 m η = 6.4	N.P.(2)	x: 4.12 m η = 8.3	x: 4.12 m η = 7.9	CUMPLE η = 8.3
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 interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.												
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)

Se debe satisfacer:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$$\eta : \underline{0.060} \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo por flexión en el eje y

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

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

Resistencia a pandeo por flexión en el eje z

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

$$\eta : \underline{0.067} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Dónde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : 1.0 MPa

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

Donde:

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

$$\mathbf{N_{c,0,d}} : \underline{39.70} \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$\mathbf{A} : \underline{384.00} \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{f_{c,0,d}} : \underline{17.2} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$\mathbf{k_{mod}} : \underline{0.70}$$

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

$$\mathbf{f_{c,0,k}} : \underline{32.0} \text{ MPa}$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

χ_c : Factor de inestabilidad, dado por:

$$\mathbf{\chi_{c,y}} : \underline{0.96}$$

$$\mathbf{\chi_{c,z}} : \underline{0.89}$$

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

Donde:

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

$$\mathbf{k_y} : \underline{0.61}$$

$$\mathbf{k_z} : \underline{0.76}$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\mathbf{\beta_c} : \underline{0.20}$$

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$$\mathbf{\lambda_{rel,y}} : \underline{0.45}$$

$$\mathbf{\lambda_{rel,z}} : \underline{0.67}$$



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

Donde:

E_{0,k} : Valor del quinto percentil del módulo de elasticidad paralelo a la fibra	E_{0,k} : <u>14300.0</u> MPa
f_{c,0,k} : Resistencia característica a compresión paralela a la fibra	F_{c,0,k} : <u>32.0</u> MPa
λ : Esbeltez mecánica, dada por:	λ_y : <u>29.72</u>
	λ_z : <u>44.58</u>

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

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra	L_{k,y} : <u>2058.93</u> mm
	L_{k,z} : <u>2058.93</u> mm
i : Radio de giro	i_y : <u>69.28</u> mm
	i_z : <u>46.19</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 : 0.123



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+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+} : 0.0 MPa

σ_{m,y,d-} : 4.0 MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{y,d+} : 0.00 kN·m

M_{y,d-} : 6.08 kN·m

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

W_{el,y} : 1536.00 cm³

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

f_{m,y,d+} : 27.7 MPa

f_{m,y,d-} : 32.3 MPa

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

Donde:

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

k_{mod+} : 0.60

k_{mod-} : 0.70

Donde:



Clase de duración de la carga	Clase+ : <u>Permanente</u>
	Clase- : <u>Larga duración</u>
Clase de servicio	Clase : <u>1</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	k_h : <u>1.00</u>
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:	
$k_h = 1.0$	
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del γ_M	γ_M : <u>1.30</u>

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:

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

: **0.030**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

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,z,d} : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,z,d}⁺ : <u>0.0</u> MPa
	σ_{m,z,d}⁻ : <u>1.0</u> MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{z,d}⁺ : <u>0.00</u> kN·m
	M_{z,d}⁻ : <u>0.98</u> kN·m

W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,z} : <u>1024.00</u> cm ³
--	--

f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,z,d}⁺ : <u>27.7</u> MPa
	f_{m,z,d}⁻ : <u>32.3</u> MPa

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

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod}⁺ : <u>0.60</u>
	k_{mod}⁻ : <u>0.70</u>

Donde:

Clase de duración de la carga	Clase+ : <u>Permanente</u>
	Clase- : <u>Larga duración</u>
Clase de servicio	Clase : <u>1</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	k_h : <u>1.00</u>



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

$$k_h = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del **γ_M** : 1.30

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 : 0.011 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

T_{y,d} : 0.0 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{y,d} : 0.47 kN

A: Área de la sección transversal

A : 384.00 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} : 2.4 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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 : 0.195 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

T_{z,d} : 0.5 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

V_d : Cortante de cálculo	V_{z,d} : <u>8.11</u> kN
A : Área de la sección transversal	A : <u>384.00</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>2.4</u> MPa
$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$	
Donde:	
k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)	k_{mod} : <u>0.70</u>
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k} : <u>4.5</u> MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.30</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.015}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_{tor,d}: Tensión de cálculo a torsión, dada por: **T_{tor,d}** : 0.0 MPa

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

M_{x,d} : 0.06 kN·m

W_{tor}: Modulo resistente a torsión

W_{tor} : 1462.27 cm³

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

k_{forma} : 1.23

$$k_{forma} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max}}{b_{min}} \right\}$$

Donde:

b_{max}: Ancho mayor de la sección transversal

b_{max} : 240.00 mm

b_{min}: Ancho menor de la sección transversal

b_{min} : 160.00 mm

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

f_{v,d} : 2.4 MPa

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

Donde:

k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de

k_{mod} : 0.70

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

$$\eta : 0.143$$



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

$$\eta : 0.114$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d} : 4.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : 0.9 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : 6.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : 0.95 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : 1536.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : 1024.00 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : 32.3 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : 32.3 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : 0.70$$

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

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

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

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

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

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

$$k_m : 0.70$$

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

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+1.5·Q1.

Se debe satisfacer:



Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

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

$\eta : 0.145$ ✓

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

$\eta : 0.117$ ✓

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$\eta : 0.196$ ✓

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

$\eta : 0.172$ ✓

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

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

Donde:

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

$N_{c,0,d} : 33.86$ kN

A : Área de la sección transversal

$A : 384.00$ cm²

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

$\sigma_{m,y,d} : 4.0$ MPa

$\sigma_{m,z,d} : 0.9$ MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -6.08$ kN·m

$M_{z,d} : 0.95$ kN·m

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

$W_{el,y} : 1536.00$ cm³

$W_{el,z} : 1024.00$ cm³

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

$f_{c,0,d} : 17.2$ MPa

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

Donde:

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

$k_{mod} : 0.70$

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

$f_{c,0,k} : 32.0$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.30$

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

$f_{m,y,d} : 32.3$ MPa



$$f_{m,z,d} : \underline{32.3} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{60.0} \text{ MPa}$$

k_h: Factor de altura, dado por:

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

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

Eje y:

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

$$k_{\kappa} = 1.0$$

Eje z:

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

$$k_{\kappa} = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

χ_c: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y} : \underline{0.96}$$

$$\chi_{c,z} : \underline{0.89}$$

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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,y,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

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



$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,z,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.210}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

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

$$T_{z,d} : \underline{0.5} \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot K_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : \underline{0.47} \text{ kN}$$



A: Área de la sección transversal	V_{z,d} : <u>8.11</u> kN
k_{cr}: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	A : <u>384.00</u> cm ²
T_{tor,d}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:	k_{cr} : <u>0.67</u>
	T_{tor,y,d} : <u>0.0</u> MPa
	T_{tor,z,d} : <u>0.0</u> MPa
$\tau_{tor,d} = M_{x,d} / W_{tor}$	
Donde:	
M_{x,d}: Momento torsor de cálculo	M_{x,d} : <u>0.06</u> kN·m
W_{tor}: Modulo resistente a torsión	W_{tor,y} : <u>2193.41</u> cm ³
	W_{tor,z} : <u>1462.27</u> cm ³
k_{forma}: Factor cuyo valor depende del tipo de sección	k_{forma} : <u>1.23</u>
f_{v,d}: Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	f_{v,d} : <u>2.4</u> MPa
$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$	
Donde:	
k_{mod}: Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)	k_{mod} : <u>0.70</u>
f_{v,k}: Resistencia característica a cortante	f_{v,k} : <u>4.5</u> MPa
γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.30</u>

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

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

η : 0.021 ✓

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 : 0.022 ✓

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 : 0.029 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

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

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

Donde:

$N_{c,0,d,fi}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra **$N_{c,0,d,fi}$** : 18.18 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal **A_{fi}** : 218.09 cm²

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

$$f_{c,0,d,fi} : 40.0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: 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

$$k_{fi} : 1.25$$

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

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

$$\chi_{c,y,fi} : 0.93$$

$$\chi_{c,z,fi} : 0.73$$

$$\chi_{c,fi} = \frac{1}{k_{fi} + \sqrt{k_{fi}^2 - \lambda_{rel,fi}^2}}$$

Donde:

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

$$k_{y,fi} : 0.68$$

$$k_{z,fi} : 1.02$$

Donde:

β_c : Factor asociado a la rectitud de las piezas

$$\beta_c : 0.20$$

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

$$\lambda_{rel,y,fi} : 0.56$$

$$\lambda_{rel,z,fi} : 0.95$$

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

Donde:

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

$$E_{0,k} : 14300.0 \text{ MPa}$$

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

$$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$$

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

$$k_{fi} : 1.25$$

λ_{fi} : Esbeltez mecánica, dada por:

$$\lambda_{y,fi} : 36.96$$

$$\lambda_{z,fi} : 63.12$$

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{fi}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra

$$L_{k,y} : 2058.93 \text{ mm}$$

$$L_{k,z} : 2058.93 \text{ mm}$$



ifj: Radio de giro

iy,fi	:	<u>55.71</u>	mm
iz,fi	:	<u>32.62</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:

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

η : 0.054

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

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>4.1</u>	MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{y,d}⁺	:	<u>0.00</u>	kN·m
M_{y,d}⁻	:	<u>2.87</u>	kN·m

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

W_{el,y,fi}	:	<u>701.52</u>	cm ³
f_{m,y,d,fi}	:	<u>75.0</u>	MPa

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

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad**k_{mod,fi}** : 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase⁺ : Permanente**Clase⁻** : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 1**f_{m,k}**: Resistencia característica a flexión**f_{m,k}** : 60.0 MPa**k_{h,fi}**: Factor de altura, dado por:**k_{h,fi}** : 1.00

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

$$k_{h,fi} = 1.0$$

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}** : 1.25

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:

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

: **0.014**



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones G+0.5·V3.

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

$\sigma_{m,z,d,fi-}$: 1.1 MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{z,d+} : 0.00 kN·m

M_{z,d-} : 0.44 kN·m

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

W_{el,z,fi} : 410.74 cm³

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

f_{m,z,d,fi} : 79.4 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

k_{mod,fi} : 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga

Clase+ : Permanente

Clase- : Corta duración

Clase de servicio

Clase : 1

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 60.0 MPa

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

k_{h,fi} : 1.06

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

h_{fi} : 113.00 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} : 1.25



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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·V3.

Donde:

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

$$\mathbf{T}_{d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$\mathbf{V}_{y,d} : 0.21 \text{ kN}$$

A_{fi}: Área de la sección transversal

$$\mathbf{A}_{fi} : 218.09 \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{k}_{cr} : 0.67$$

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

$$\mathbf{f}_{v,d,fi} : 5.6 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$$\mathbf{k}_{mod,fi} : 1.00$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$\mathbf{f}_{v,k} : 4.5 \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{\gamma}_{M,fi} : 1.00$$

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

$$\mathbf{k}_{fi} : 1.25$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.072 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

$$\mathbf{T}_{z,d,fi} : 0.4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$\mathbf{V}_{z,d} : 3.97 \text{ kN}$$

A_{fi}: Área de la sección transversal

$$\mathbf{A}_{fi} : 218.09 \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{k}_{cr} : 0.67$$

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

$$\mathbf{f}_{v,d,fi} : 5.6 \text{ MPa}$$



$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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}	: 1.00	
f_{v,k}	: 4.5	MPa
γ_{M,fi}	: 1.00	
k_{fi}	: 1.25	

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

τ_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

τ_{tor,d,fi} : 0.0 MPa

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

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

M_{x,d}	: 0.03	kN·m
W_{tor,fi}	: 604.98	cm ³
k_{forma,fi}	: 1.26	

$$k_{forma,fi} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max,fi}}{b_{min,fi}} \right\}$$

Donde:

b_{max,fi}: Ancho mayor de la sección transversal

b_{min,fi}: Ancho menor de la sección transversal

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

b_{max,fi}	: 193.00	mm
b_{min,fi}	: 113.00	mm
f_{v,d,fi}	: 5.6	MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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}	: 1.00	
f_{v,k}	: 4.5	MPa
γ_{M,fi}	: 1.00	
k_{fi}	: 1.25	

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

$$\eta : 0.064$$



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

$$\eta : 0.051$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d,fi} : 4.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : 1.0 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : 2.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : 0.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : 701.52 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : 410.74 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : 75.0 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : 79.4 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,y,fi} : 1.00$$

$$k_{h,z,fi} : 1.06$$

$\gamma_{M,fi}$: 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

$$k_{fi} : 1.25$$

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 - 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+0.5·V1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados



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

$\eta : 0.064 \quad \checkmark$

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

$\eta : 0.051 \quad \checkmark$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

$\eta : 0.083 \quad \checkmark$

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

$\eta : 0.076 \quad \checkmark$

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:

$\sigma_{c,0,d,fi} : 0.7 \text{ MPa}$

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

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi} : 15.92 \text{ kN}$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$A_{fi} : 218.09 \text{ cm}^2$

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

$\sigma_{m,y,d,fi} : 4.1 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d,fi} : 1.0 \text{ MPa}$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d} : -2.87 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,d} : 0.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$W_{el,y,fi} : 701.52 \text{ cm}^3$

$W_{el,z,fi} : 410.74 \text{ cm}^3$

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

$f_{c,0,d,fi} : 40.0 \text{ MPa}$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi} : 1.00$

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

$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$

$\gamma_{M,fi}$: 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

$k_{fi} : 1.25$

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

$f_{m,y,d,fi} : 75.0 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d,fi} : 79.4 \text{ MPa}$



$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,y,fi} : 1.00$$

$$k_{h,z,fi} : 1.06$$

Eje y:

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

$$k_{h,fi} = 1.0$$

Eje z:

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

$$h_{fi} : 113.00 \text{ mm}$$

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

$$k_{fi} : 1.25$$

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,fi}: Factor de inestabilidad

$$\chi_{c,y,fi} : 0.93$$

$$\chi_{c,z,fi} : 0.73$$

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:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : 0.008$$



$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : 0.079$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

$$T_{y,d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$T_{z,d,fi} : 0.4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$



Donde:

V_d : Cortante de cálculo	V_{y,d} : <u>0.21</u> kN
	V_{z,d} : <u>3.97</u> kN
A_{fi} : Área de la sección transversal	A_{fi} : <u>218.09</u> cm ²
k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr} : <u>0.67</u>
T_{tor,d,fi} : Tensión de cálculo a torsión, dada por:	T_{tor,y,d,fi} : <u>0.0</u> MPa
	T_{tor,z,d,fi} : <u>0.0</u> MPa

$$\tau_{\text{tor,d,fi}} = |M_{x,d}| / W_{\text{tor,fi}}$$

Donde:

M_{x,d} : Momento torsor de cálculo	M_{x,d} : <u>0.03</u> kN·m
W_{tor,fi} : Modulo resistente a torsión	W_{tor,y,fi} : <u>1033.29</u> cm ³
	W_{tor,z,fi} : <u>604.98</u> cm ³
k_{forma,fi} : Factor cuyo valor depende del tipo de sección	k_{forma,fi} : <u>1.26</u>
f_{v,d,fi} : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	f_{v,d,fi} : <u>5.6</u> MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{\text{mod,fi}} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi} : <u>1.00</u>
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k} : <u>4.5</u> MPa
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>1.25</u>

4.1.4.2.2 TIRANTE DE CUBIERTA

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento.
No concomitante con el resto de acciones variables

1.2.- Estados límite

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$



- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G _k	Acción permanente
Q _k	Acción variable
γ _G	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ _{Q,1}	Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
γ _{Q,i}	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
Ψ _{p,1}	Coefficiente de combinación de la acción variable principal
Ψ _{a,i}	Coefficiente 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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	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	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

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	0.000	0.000



Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

- Desplazamientos**

Característica				
	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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	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	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

- Nombres de las hipótesis**

G	Carga permanente
Q 1	Q 1
V 1	V 1
V 2	V 2
V 3	V 3
N 1	N 1

- E.L.U. de rotura. Madera**

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	0.800					
2	1.350					
3	0.800		1.500			
4	1.350		1.500			
5	0.800			1.500		
6	1.350			1.500		
7	0.800				1.500	
8	1.350				1.500	
9	0.800					1.500



10	1.350					1.500
11	0.800		0.900			1.500
12	1.350		0.900			1.500
13	0.800			0.900		1.500
14	1.350			0.900		1.500
15	0.800				0.900	1.500
16	1.350				0.900	1.500
17	0.800		1.500			0.750
18	1.350		1.500			0.750
19	0.800			1.500		0.750
20	1.350			1.500		0.750
21	0.800				1.500	0.750
22	1.350				1.500	0.750
23	0.800	1.500				
24	1.350	1.500				

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	1.000					
2	1.000		0.500			
3	1.000			0.500		
4	1.000				0.500	
5	1.000					0.200

• Desplazamientos

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	1.000					
2	1.000		1.000			
3	1.000			1.000		
4	1.000				1.000	
5	1.000					1.000
6	1.000		1.000			1.000
7	1.000			1.000		1.000
8	1.000				1.000	1.000
9	1.000	1.000				
10	1.000	1.000	1.000			
11	1.000	1.000		1.000		
12	1.000	1.000			1.000	
13	1.000	1.000				1.000
14	1.000	1.000	1.000			1.000
15	1.000	1.000		1.000		1.000
16	1.000	1.000			1.000	1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Resistencia requerida: R 30

Perfiles de madera

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

Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Pares y materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E(MPa)	ν	G(MPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación					
Madera	D60	17000.00	7.019	1060.00	0.000005	8.24

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

2.1.2. Comprobaciones E.L.U.

Barra N10/N34

Perfil: V-160x160 Material: Madera (D60)						
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	N34	5.880	256.00	5461.33	5461.33	9175.04

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	0.50	0.50	0.00	0.00
L_K	2.940	2.940	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
 β : Coeficiente de pandeo
 L_K : Longitud de pandeo (m)
 C_1 : Factor de modificación para el momento crítico

Situación de incendio
 Resistencia requerida: R30

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - TEMPERATURA AMBIENTE										Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

N10/N34	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5.88 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.88 m $\eta = 4.0$	$\eta = 1.2$	x: 5.88 m $\eta = 5.6$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 5.88 m $\eta = 5.1$	CUMPLE $\eta = 5.6$
<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 interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas</p>												
Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-M) - SITUACIÓN DE INCENDIO											Estado
	$N_{t,0,d}$	$N_{c,0,d}$	$M_{y,d}$	$M_{z,d}$	$V_{y,d}$	$V_{z,d}$	$M_{x,d}$	$M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{t,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$N_{c,0,d}M_{y,d}M_{z,d}$	$M_{x,d}V_{y,d}V_{z,d}$	
N10/N34	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 5.88 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.88 m $\eta = 2.3$	$\eta = 0.7$	x: 5.88 m $\eta = 4.0$	N.P.(3)	N.P.(4)	x: 5.88 m $\eta = 2.9$	CUMPLE $\eta = 4.0$
<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 interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que la barra no esta sometida a flexión y compresión combinadas.</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>\square: 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:

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

$\eta : 0.056$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$\sigma_{m,y,d+} : 0.0$ MPa



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

	$\sigma_{m,d} = M_d /W_{el}$	σ_{m,y,d^-} : <u>1.8</u> MPa
Donde:	M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d+} : <u>0.00</u> kN·m
	W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	M_{y,d-} : <u>1.23</u> kN·m
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:		W_{el,y} : <u>682.67</u> cm ³
		f_{m,y,d+} : <u>27.7</u> MPa
		f_{m,y,d-} : <u>32.3</u> MPa
	$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$	
Donde:	k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod+} : <u>0.60</u>
		k_{mod-} : <u>0.70</u>
Donde:	Clase de duración de la carga	Clase+ : <u>Permanente</u>
	Clase de servicio	Clase- : <u>Larga duración</u>
	f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	Clase : <u>1</u>
	k_h : Factor de altura, dado por:	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
	Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:	k_h : <u>1.00</u>
	$k_h = 1.0$	
	γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del	γ_M : <u>1.30</u>

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:

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

$$\eta : 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

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:	$\sigma_{m,d} = M_d /W_{el}$	σ_{m,z,d} : <u>0.0</u> MPa
Donde:	M_d : Momento flector de cálculo	M_{z,d+} : <u>0.02</u> kN·m
		M_{z,d-} : <u>0.00</u> kN·m



W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,z} : <u>682.67</u> cm ³
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,z,d+} : <u>32.3</u> MPa
	f_{m,z,d-} : <u>41.5</u> MPa
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k} / \gamma_M$	
Donde:	
k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod+} : <u>0.70</u>
	k_{mod-} : <u>0.90</u>
Donde:	
Clase de duración de la carga	Clase+ : <u>Larga duración</u>
	Clase- : <u>Corta duración</u>
Clase de servicio	Clase : <u>1</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	k_h : <u>1.00</u>
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:	
$k_h = 1.0$	
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del γ_M	γ_M : <u>1.30</u>

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

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

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{y,d}** : 0.0 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{y,d} : 0.00 kN

A: Área de la sección transversal

A : 256.00 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} : 2.1 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.60

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30



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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.040 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\tau_{z,d} : 0.1 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{z,d} : 0.96 \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : 256.00 \text{ cm}^2$$

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:

$$f_{v,d} : 2.1 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : 0.60$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : 4.5 \text{ MPa}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.012 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_{tor,d}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{tor}: Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : 851.97 \text{ cm}^3$$

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

$$k_{forma} : 1.15$$

$$k_{forma} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max}}{b_{min}} \right\}$$

Donde:

b_{max}: Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : 160.00 \text{ mm}$$



b_{min} : Ancho menor de la sección transversal	b_{min} : <u>160.00</u> mm
f_{v,d} : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	f_{v,d} : <u>2.4</u> MPa
$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$	
Donde:	
k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)	k_{mod} : <u>0.70</u>
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k} : <u>4.5</u> MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.30</u>

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 : 0.056 ✓

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

η : 0.040 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

σ_{m,d} : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,y,d} : <u>1.8</u> MPa
	σ_{m,z,d} : <u>0.0</u> MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d} : <u>1.23</u> kN·m
	M_{z,d} : <u>0.01</u> kN·m
W_{el} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y} : <u>682.67</u> cm ³
	W_{el,z} : <u>682.67</u> cm ³
f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d} : <u>32.3</u> MPa
	f_{m,z,d} : <u>32.3</u> MPa

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

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)	k_{mod} : <u>0.70</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
k_h : Factor de altura, dado por:	k_{h,y} : <u>1.00</u>
	k_{h,z} : <u>1.00</u>
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M : <u>1.30</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 : 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)

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,y,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.012 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,z,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : 0.051 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por:

$$\begin{aligned} T_{y,d} &: 0.0 \text{ MPa} \\ T_{z,d} &: 0.1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : 1.07 \text{ kN}$$

A: Área de la sección transversal

$$A : 256.00 \text{ cm}^2$$

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

$$k_{cr} : 0.67$$

T_{tor,d}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$T_{tor,y,d} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$T_{tor,z,d} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{tor}: Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y} : 851.97 \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z} : 851.97 \text{ cm}^3$$

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

$$k_{forma} : 1.15$$

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

$$f_{v,d} : 2.4 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : 0.70$$



$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$: <u>4.5</u>	MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M	: <u>1.30</u>	

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 : 0.040



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

$\sigma_{m,d,fi}$: Tensión de cálculo a flexión, dada por:	$\sigma_{m,y,d,fi+}$: <u>0.0</u>	MPa
	$\sigma_{m,y,d,fi-}$: <u>3.2</u>	MPa

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

Donde:

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

$M_{y,d-}$: 0.76 kN·m

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

$W_{el,y,fi}$: 240.48 cm³

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

$f_{m,y,d,fi}$: 79.4 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

$k_{mod,fi}$: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **$k_{mod,fi}$** : 1.00

Donde:

Clase de duración de la carga

$Clase+$: Permanente

$Clase-$: Corta duración

Clase de servicio

$Clase$: 1

$f_{m,k}$: Resistencia característica a flexión **$f_{m,k}$** : 60.0 MPa

$k_{h,fi}$: Factor de altura, dado por: **$k_{h,fi}$** : 1.06



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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: 113.00	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}	: 1.25	

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:

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

: 0.001



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

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,z,d,fi}: Tensión de cálculo a flexión, dada por: **σ_{m,z,d,fi}** : 0.0 MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo **M_{z,d+}** : 0.01 kN·m

M_{z,d-} : 0.00 kN·m

W_{el,fi}: Módulo resistente elástico de la sección transversal **W_{el,z,fi}** : 240.48 cm³

f_{m,d,fi}: Resistencia de cálculo a flexión, dada por: **f_{m,z,d,fi}** : 79.4 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi}: Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad **k_{mod,fi}** : 1.00

Donde:

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

Clase- : Permanente

Clase de servicio **Clase** : 1

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión **f_{m,k}** : 60.0 MPa

k_{h,fi}: Factor de altura, dado por: **k_{h,fi}** : 1.06

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



$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: <u>113.00</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>1.25</u>

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G.

Donde:

T_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{y,d,fi}** : 0.0 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	V_{y,d}	: <u>0.00</u> kN
A_{fi} : Área de la sección transversal	A_{fi}	: <u>127.69</u> cm ²
k_{cr} : Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas	k_{cr}	: <u>0.67</u>
f_{v,d,fi} : Resistencia de cálculo a cortante, dada por:	f_{v,d,fi}	: <u>5.6</u> MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: <u>1.00</u>
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k}	: <u>4.5</u> MPa
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>1.25</u>

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.023 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones G+0.5·V1.



Donde:

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

T_{d,fi} : 0.1 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_d : 0.72 kN

A_{fi}: Área de la sección transversal

A_{fi} : 127.69 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} : 5.6 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

k_{mod,fi} : 1.00

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 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} : 1.25

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

T_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

T_{tor,d,fi} : 0.0 MPa

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

M_{x,d} : 0.01 kN·m

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

W_{tor,fi} : 300.12 cm³

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

k_{forma,fi} : 1.15

$$k_{forma,fi} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max,fi}}{b_{min,fi}} \right\}$$

Donde:

b_{max,fi}: Ancho mayor de la sección transversal

b_{max,fi} : 113.00 mm

b_{min,fi}: Ancho menor de la sección transversal

b_{min,fi} : 113.00 mm

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

f_{v,d,fi} : 5.6 MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

k_{mod,fi} : 1.00



$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$: <u>4.5</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>1.25</u>	

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

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

$$\eta : \underline{0.040}$$



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

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



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d,fi} : \underline{3.2} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : \underline{0.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$W_{el,y,fi} : \underline{240.48} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : \underline{240.48} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d,fi} : \underline{79.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d,fi} : \underline{79.4} \text{ MPa}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$f_{m,k} : \underline{60.0} \text{ MPa}$$

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

$$k_{h,y,fi} : \underline{1.06}$$

$$k_{h,z,fi} : \underline{1.06}$$

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

$$k_{fi} : \underline{1.25}$$

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

$$k_m : \underline{0.70}$$

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



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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 esta 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)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : 0.007 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : 0.029 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

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

$$\tau_{z,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

$$V_{y,d} : 0.00 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : 0.72 \text{ kN}$$

A_{fi}: Área de la sección transversal

$$A_{fi} : 127.69 \text{ cm}^2$$

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

$$k_{cr} : 0.67$$

T_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

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

$$\tau_{tor,z,d,fi} : 0.0 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

$$W_{tor,y,fi} : 300.12 \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : 300.12 \text{ cm}^3$$

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

$$k_{forma,fi} : 1.15$$

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

$$f_{v,d,fi} : 5.6 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : 4.5 \text{ MPa}$$



$\gamma_{M,fi}$: 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} : 1.25

4.1.4.2.3 VIGA DE CUMBRERA

1.- DATOS DE OBRA

1.1.- Normas consideradas

Madera: CTE DB SE-M

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento.
No concomitante con el resto de acciones variables

1.2.- Estados límite

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

1.2.1.- Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- 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**



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	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	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

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	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

- **Desplazamientos**

Característica				
	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	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



Característica				
	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	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2.- Combinaciones

- Nombres de las hipótesis**

G	Carga permanente
Q 1	Q 1
V 1	V 1
V 2	V 2
V 3	V 3
N 1	N 1

- E.L.U. de rotura. Madera**

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	0.800					
2	1.350					
3	0.800		1.500			
4	1.350		1.500			
5	0.800			1.500		
6	1.350			1.500		
7	0.800				1.500	
8	1.350				1.500	
9	0.800					1.500
10	1.350					1.500
11	0.800		0.900			1.500
12	1.350		0.900			1.500
13	0.800			0.900		1.500
14	1.350			0.900		1.500
15	0.800				0.900	1.500
16	1.350				0.900	1.500
17	0.800		1.500			0.750
18	1.350		1.500			0.750
19	0.800			1.500		0.750
20	1.350			1.500		0.750
21	0.800				1.500	0.750
22	1.350				1.500	0.750
23	0.800	1.500				



24	1.350	1.500				
----	-------	-------	--	--	--	--

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	1.000					
2	1.000		0.500			
3	1.000			0.500		
4	1.000				0.500	
5	1.000					0.200

• Desplazamientos

Comb.	G	Q 1	V 1	V 2	V 3	N 1
1	1.000					
2	1.000		1.000			
3	1.000			1.000		
4	1.000				1.000	
5	1.000					1.000
6	1.000		1.000			1.000
7	1.000			1.000		1.000
8	1.000				1.000	1.000
9	1.000	1.000				
10	1.000	1.000	1.000			
11	1.000	1.000		1.000		
12	1.000	1.000			1.000	
13	1.000	1.000				1.000
14	1.000	1.000	1.000			1.000
15	1.000	1.000		1.000		1.000
16	1.000	1.000			1.000	1.000

1.3.- Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 30

Perfiles de madera

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

Resistencia requerida: R30

2.- ESTRUCTURA

2.1.- Geometría

2.1.1.- Pendolón y materiales utilizados



Materiales utilizados						
Material		E(MPa)	ν	G(MPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m ³)
Tipo	Designación					
Madera	D60	17000.00	7.019	1060.00	0.000005	8.24

Notación:
E: Módulo de elasticidad
 ν : Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
 $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
 γ : Peso específico

2.1.2. Comprobaciones E.L.U.

Barra N11/N14

Perfil: V-160x160 Material: Madera (D60)						
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)
N11	N14	1.200	256.00	5461.33	5461.33	9175.04

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	0.50	0.50	0.00	0.00
L_k	0.600	0.600	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
 β : Coeficiente de pandeo
 L_k : Longitud de pandeo (m)
 C_1 : Factor de modificación para el momento crítico

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/N14	N.P.(1)	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 13.6$	x: 0 m $\eta = 4.8$	$\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 12.3$	$\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 17.0$	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 17.0$	x: 0 m $\eta = 13.9$	CUMPLE $\eta = 17.0$

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 interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.

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/N14	N.P.(1)	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 9.1$	N.P.(2)	x: 0 m $\eta = 9.1$	x: 0 m $\eta = 6.0$	CUMPLE $\eta = 9.1$

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 interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación.



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
 \square : 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)

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a compresión

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

$\eta : 0.006$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $\sigma_{c,0,d} : 0.1$ MPa

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

Donde:

$N_{c,0,d}$: Compresión axial de cálculo paralela a la fibra $N_{c,0,d} : 2.47$ kN

A : Área de la sección transversal $A : 256.00$ cm²

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: $f_{c,0,d} : 17.2$ MPa

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

Donde:

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

$k_{mod} : 0.70$

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

$f_{c,0,k} : 32.0$ MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$\gamma_M : 1.30$

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

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

λ_{rel} : Esbeltez relativa, dada por:

$\lambda_{rel,y} : 0.20$

$\lambda_{rel,z} : 0.20$



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

Donde:

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

$$\mathbf{E_{0,k}} : \underline{14300.0} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{f_{c,0,k}} : \underline{32.0} \text{ MPa}$$

λ: Esbeltez mecánica, dada por:

$$\mathbf{\lambda_y} : \underline{12.99}$$

$$\mathbf{\lambda_z} : \underline{12.99}$$

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

Donde:

L_k: Longitud de pandeo de la barra

$$\mathbf{L_{k,y}} : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{L_{k,z}} : \underline{600.00} \text{ mm}$$

i: Radio de giro

$$\mathbf{i_y} : \underline{46.19} \text{ mm}$$

$$\mathbf{i_z} : \underline{46.19} \text{ mm}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.136}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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

$$\mathbf{\sigma_{m,y,d+}} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\sigma_{m,y,d-}} : \underline{4.4} \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

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

$$\mathbf{M_{y,d-}} : \underline{3.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{W_{el,y}} : \underline{682.67} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f_{m,y,d+}} : \underline{27.7} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_{m,y,d-}} : \underline{32.3} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

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

$$\mathbf{k_{mod-}} : \underline{0.70}$$

Donde:

Clase de duración de la carga

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



Clase de servicio	Clase- : <u>Larga duración</u>
f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	Clase : <u>1</u>
kh : Factor de altura, dado por:	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
	kh : <u>1.00</u>
Para cantos (flexión) o anchos (tracción) de piezas rectangulares de madera maciza superiores o iguales a 150 mm:	
$k_h = 1.0$	
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del γ_M	: <u>1.30</u>

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:

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

$$\eta : \underline{0.048}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

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>0.0</u> MPa
	σ_{m,z,d-} : <u>1.5</u> MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{z,d+} : <u>0.00</u> kN·m
	M_{z,d-} : <u>1.05</u> kN·m

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

f_{m,d} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	W_{el,z} : <u>682.67</u> cm ³
	f_{m,z,d+} : <u>27.7</u> MPa
	f_{m,z,d-} : <u>32.3</u> MPa

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

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod+} : <u>0.60</u>
	k_{mod-} : <u>0.70</u>

Donde:

Clase de duración de la carga	Clase+ : <u>Permanente</u>
	Clase- : <u>Larga</u>

Clase de servicio

f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	Clase : <u>1</u>
kh : Factor de altura, dado por:	f_{m,k} : <u>60.0</u> MPa
	kh : <u>1.00</u>

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



$$k_h = 1.0$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del **γ_M** : 1.30

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 : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{y,d}** : 0.1 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{y,d} : 1.32 kN

A: Área de la sección transversal

A : 256.00 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} : 2.4 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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 : 0.123 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_d: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{z,d}** : 0.3 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d: Cortante de cálculo

V_{z,d} : 3.41 kN

A: Área de la sección transversal

A : 256.00 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:

$$f_{v,d} : \underline{2.4} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.5} \text{ MPa}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

T_{tor,d}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$T_{tor,d} : \underline{0.0} \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

$$M_{x,d} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

W_{tor}: Modulo resistente a torsión

$$W_{tor} : \underline{851.97} \text{ cm}^3$$

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

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

$$k_{forma} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max}}{b_{min}} \right\}$$

Donde:

b_{max}: Ancho mayor de la sección transversal

$$b_{max} : \underline{160.00} \text{ mm}$$

b_{min}: Ancho menor de la sección transversal

$$b_{min} : \underline{160.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{v,d} : \underline{2.4} \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$k_{mod} : \underline{0.70}$$

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

$$f_{v,k} : \underline{4.5} \text{ MPa}$$

γ_M: Coeficiente parcial para las propiedades del material

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

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

Se debe satisfacer:

Resistencia a flexión esviada

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

$$\eta : \underline{0.170} \quad \checkmark$$



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

$$\eta : 0.143$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

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

$$\sigma_{m,y,d} : 4.4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} : 1.5 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : 3.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : 1.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y} : 682.67 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : 682.67 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{m,y,d} : 32.3 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} : 32.3 \text{ MPa}$$

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

Donde:

k_{mod} : Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de

$$k_{mod} : 0.70$$

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

$$f_{m,k} : 60.0 \text{ MPa}$$

k_h : Factor de altura, dado por:

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

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

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

$$\gamma_M : 1.30$$

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

$$k_m : 0.70$$

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+1.5·Q1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

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

$$\eta : 0.170$$



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

$$\eta : 0.143$$



Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

$\sigma_{c,0,d}$: Tensión de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada por: **$\sigma_{c,0,d}$** : 0.1 MPa

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

Donde:

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

$N_{c,0,d}$: 2.47 kN

A: Área de la sección transversal

A : 256.00 cm²

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

$\sigma_{m,y,d}$: 4.4 MPa

$\sigma_{m,z,d}$: 1.5 MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$M_{y,d}$: -3.00 kN·m

$M_{z,d}$: 1.05 kN·m

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

$W_{el,y}$: 682.67 cm³

$W_{el,z}$: 682.67 cm³

$f_{c,0,d}$: Resistencia de cálculo a compresión paralela a la fibra, dada **$f_{c,0,d}$** : 17.2 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

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

$f_{c,0,k}$: 32.0 MPa

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material

γ_M : 1.30

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

$f_{m,y,d}$: 32.3 MPa

$f_{m,z,d}$: 32.3 MPa

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

Donde:

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

k_{mod} : 0.70

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

$f_{m,k}$: 60.0 MPa

k_h : Factor de altura, dado por:

$k_{h,y}$: 1.00

$k_{h,z}$: 1.00

Eje y:

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

$$k_h = 1.0$$

Eje z:



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

$$k_h = 1.0$$

γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material **γ_M** : 1.30

km: Factor que tiene en cuenta el efecto de redistribución de tensiones bajo flexión esviada y la falta de homogeneidad del material en la **km** : 0.70

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,y,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

η : 0.064 ✓

$$\eta = \frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} + \frac{\tau_{tor,z,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

: 0.139 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q1.

Donde:

Td: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **Ty,d** : 0.1 MPa
Tz,d : 0.3 MPa

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A \cdot k_{cr}}$$

Donde:

Vd: Cortante de cálculo **Vy,d** : 1.32 kN

Vz,d : 3.41 kN

A: Área de la sección transversal **A** : 256.00 cm²

kcr: Factor que tiene en cuenta la influencia de las fendas **kcr** : 0.67

Ttor,d: Tensión de cálculo a torsión, dada por: **Ttor,y,d** : 0.0 MPa
Ttor,z,d : 0.0 MPa

$$\tau_{tor,d} = |M_{x,d}| / W_{tor}$$

Donde:

Mx,d: Momento torsor de cálculo **Mx,d** : 0.04 kN·m

Wtor: Modulo resistente a torsión **Wtor,y** : 851.97 cm³

Wtor,z : 851.97 cm³

kforma: Factor cuyo valor depende del tipo de sección **kforma** : 1.15

fv,d: Resistencia de cálculo a cortante, dada por: **fv,d** : 2.4 MPa

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

Donde:

kmod: Factor de modificación por la duración de la carga (Larga duración) y el contenido de humedad (Clase de servicio 1)

kmod : 0.70



$f_{v,k}$: Resistencia característica a cortante	$f_{v,k}$: <u>4.5</u>	MPa
γ_M : Coeficiente parcial para las propiedades del material	γ_M	: <u>1.30</u>	

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

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

η : 0.002



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·V1.

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

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

Donde:

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

$N_{c,0,d,fi}$: 1.15 kN

A_{fi} : Área de la sección transversal

A_{fi} : 127.69 cm²

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

$f_{c,0,d,fi}$: 40.0 MPa

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

$k_{mod,fi}$: 1.00

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

$f_{c,0,k}$: 32.0 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} : 1.25

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

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

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

$\lambda_{rel,y,fi}$: 0.28

$\lambda_{rel,z,fi}$: 0.28

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

Donde:

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

$E_{0,k}$: 14300.0 MPa

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

$f_{c,0,k}$: 32.0 MPa



k_{fi}: Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio
λ_{fi}: Esbeltez mecánica, dada por:

k_{fi}	: <u>1.25</u>
λ_{y,fi}	: <u>18.39</u>
λ_{z,fi}	: <u>18.39</u>

$$\lambda_{fi} = \frac{L_k}{i_{ef}}$$

Donde:

L_k : Longitud de pandeo de la barra	L_{k,y}	: <u>600.00</u> mm
	L_{k,z}	: <u>600.00</u> mm
i_{fi} : Radio de giro	i_{y,fi}	: <u>32.62</u> mm
	i_{z,fi}	: <u>32.62</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 : 0.073



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

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

Resistencia de la sección transversal a flexión:

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>5.8</u>	MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{y,d+}	: <u>0.00</u>	kN·m
	M_{y,d-}	: <u>1.40</u>	kN·m

W_{el,fi} : Módulo resistente elástico de la sección transversal	W_{el,y,fi}	: <u>240.48</u>	cm ³
---	----------------------------	-----------------	-----------------

f_{m,d,fi} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	f_{m,y,d,fi}	: <u>79.4</u>	MPa
---	-----------------------------	---------------	-----

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: <u>1.00</u>
---	---------------------------	---------------

Donde:

Clase de duración de la carga	Clase+	: <u>Permanente</u>
-------------------------------	---------------	---------------------

	Clase-	: <u>Corta duración</u>
--	---------------	-------------------------

	Clase	: <u>1</u>
--	--------------	------------

Clase de servicio

f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k}	: <u>60.0</u>	MPa
---	------------------------	---------------	-----

k_{h,fi} : Factor de altura, dado por:	k_{h,fi}	: <u>1.06</u>
---	-------------------------	---------------



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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: 113.00	mm
γ_{M,fi} : Coeficiente parcial para las propiedades del	γ_{M,fi}	: 1.00	
k_{fi} : Coeficiente de corrección para las propiedades de la madera en situación de incendio	k_{fi}	: 1.25	

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 : 0.026



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

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,z,d,fi}⁺ : Tensión de cálculo a flexión, dada por:	σ_{m,z,d,fi}⁺	: 0.0	MPa
	σ_{m,z,d,fi}⁻	: 2.0	MPa

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo	M_{z,d}⁺	: 0.00	kN·m
	M_{z,d}⁻	: 0.49	kN·m

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

f_{m,d,fi} : Resistencia de cálculo a flexión, dada por:	W_{el,z,fi}	: 240.48	cm ³
	f_{m,z,d,fi}	: 79.4	MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: 1.00	
---	---------------------------	--------	--

Donde:

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

Clase⁻: Corta duración

Clase: 1

Clase de servicio

f_{m,k} : Resistencia característica a flexión	f_{m,k}	: 60.0	MPa
---	------------------------	--------	-----

k_{h,fi} : Factor de altura, dado por:	k_{h,fi}	: 1.06	
---	-------------------------	--------	--

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



$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

h_{fi} : Canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción	h_{fi}	: 113.00	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}	: 1.25	

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 : 0.019



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

T_{d,fi}: Tensión de cálculo a cortante, dada por: **T_{y,d,fi}** : 0.1 MPa

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

Donde:

V_d : Cortante de cálculo	V_{y,d}	: 0.62	kN
A_{fi} : Área de la sección transversal	A_{fi}	: 127.69	cm ²
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}	: 5.6	MPa

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

k_{mod,fi} : Factor de modificación para la duración de la carga y el contenido de humedad	k_{mod,fi}	: 1.00	
f_{v,k} : Resistencia característica a cortante	f_{v,k}	: 4.5	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}	: 1.25	

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 : 0.051



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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

$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

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:

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

T_{z,d,fi} : 0.3 MPa

V_{z,d} : 1.64 kN

A_{fi} : 127.69 cm²

k_{cr} : 0.67

f_{v,d,fi} : 5.6 MPa

k_{mod,fi} : 1.00

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_{M,fi} : 1.00

k_{fi} : 1.25

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-M: 6.1.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{tor,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

η : 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones G+0.5-V1.

Donde:

T_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

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

$$k_{forma,fi} = \min \left\{ 2.0 ; 1 + 0.15 \cdot \frac{b_{max,fi}}{b_{min,fi}} \right\}$$

Donde:

b_{max,fi}: Ancho mayor de la sección transversal

b_{min,fi}: Ancho menor de la sección transversal

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

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

f_{v,k}: Resistencia característica a cortante

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

T_{tor,d,fi} : 0.1 MPa

M_{x,d} : 0.02 kN·m

W_{tor,fi} : 300.12 cm³

k_{forma,fi} : 1.15

b_{max,fi} : 113.00 mm

b_{min,fi} : 113.00 mm

f_{v,d,fi} : 5.6 MPa

k_{mod,fi} : 1.00

f_{v,k} : 4.5 MPa

γ_{M,fi} : 1.00



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

k_{fi} : 1.25

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 : 0.091 ✓

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

η : 0.077 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

σ_{m,y,d,fi} : 5.8 MPa

σ_{m,z,d,fi} : 2.0 MPa

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

Donde:

M_d: Momento flector de cálculo

M_{y,d} : 1.40 kN·m

M_{z,d} : 0.49 kN·m

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

W_{el,y,fi} : 240.48 cm³

W_{el,z,fi} : 240.48 cm³

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

f_{m,y,d,fi} : 79.4 MPa

f_{m,z,d,fi} : 79.4 MPa

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

k_{mod,fi} : 1.00

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

f_{m,k} : 60.0 MPa

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

k_{h,y,fi} : 1.06

k_{h,z,fi} : 1.06

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} : 1.25

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 - 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.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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+0.5·V1.

Se debe satisfacer:

Resistencia de la sección transversal a flexión y compresión combinados

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,v,d,fi}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : 0.091 \quad \checkmark$$

$$\eta = \left(\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{f_{c,0,d,fi}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d,fi}}{f_{m,v,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,d,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1 \quad \eta : 0.077 \quad \checkmark$$

Resistencia a pandeo para flexión y compresión combinados

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

Resistencia a vuelco lateral para flexión y compresión combinados

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

Donde:

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

$$\sigma_{c,0,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

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

Donde:

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

$$N_{c,0,d,fi} : 1.15 \text{ kN}$$

A_{fi} : Área de la sección transversal

$$A_{fi} : 127.69 \text{ cm}^2$$

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

$$\sigma_{m,y,d,fi} : 5.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d,fi} : 2.0 \text{ MPa}$$

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

Donde:

M_d : Momento flector de cálculo

$$M_{y,d} : -1.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,d} : 0.49 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$W_{el,y,fi} : 240.48 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z,fi} : 240.48 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{c,0,d,fi} : 40.0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

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

$$f_{c,0,k} : 32.0 \text{ MPa}$$

$\gamma_{M,fi}$: 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

$$k_{fi} : 1.25$$



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

$$\begin{aligned} \mathbf{f_{m,y,d,fi}} &: \underline{79.4} \text{ MPa} \\ \mathbf{f_{m,z,d,fi}} &: \underline{79.4} \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot k_{h,fi} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

f_{m,k}: Resistencia característica a flexión

$$\mathbf{f_{m,k}} : \underline{60.0} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{k_{h,y,fi}} : \underline{1.06}$$

$$\mathbf{k_{h,z,fi}} : \underline{1.06}$$

Eje y:

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

$$\mathbf{h_{fi}} : \underline{113.00} \text{ mm}$$

Eje z:

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

$$k_{h,fi} = \min \left\{ (150 / h_{fi})^{0.2} ; 1.3 \right\}$$

Donde:

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

$$\mathbf{h_{fi}} : \underline{113.00} \text{ mm}$$

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

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

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

$$\mathbf{k_{fi}} : \underline{1.25}$$

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

$$\mathbf{k_m} : \underline{0.70}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{\tau_{y,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,y,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

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

$$\eta = \frac{\tau_{z,d,fi}}{f_{v,d,fi}} + \frac{\tau_{tor,z,d,fi}}{k_{forma,fi} \cdot f_{v,d,fi}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.060} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones G+0.5·V1.

Donde:

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

$$\mathbf{T_{y,d,fi}} : \underline{0.1} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{T_{z,d,fi}} : \underline{0.3} \text{ MPa}$$



$$\tau_{d,fi} = \frac{3}{2} \cdot \frac{|V_d|}{A_{fi} \cdot k_{cr}}$$

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

T_{tor,d,fi}: Tensión de cálculo a torsión, dada por:

$$\tau_{tor,d,fi} = |M_{x,d}| / W_{tor,fi}$$

Donde:

M_{x,d}: Momento torsor de cálculo

W_{tor,fi}: Modulo resistente a torsión

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

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

$$f_{v,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k} / \gamma_{M,fi}$$

Donde:

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

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

$$V_{y,d} : 0.62 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} : 1.64 \text{ kN}$$

$$A_{fi} : 127.69 \text{ cm}^2$$

$$k_{cr} : 0.67$$

$$T_{tor,y,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

$$T_{tor,z,d,fi} : 0.1 \text{ MPa}$$

$$M_{x,d} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$W_{tor,y,fi} : 300.12 \text{ cm}^3$$

$$W_{tor,z,fi} : 300.12 \text{ cm}^3$$

$$k_{forma,fi} : 1.15$$

$$f_{v,d,fi} : 5.6 \text{ MPa}$$

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

$$f_{v,k} : 4.5 \text{ MPa}$$

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

$$k_{fi} : 1.25$$

4.1.4.3 PILAR DE HORMIGÓN

Estudio de un pilar de hormigón, como elemento representativo de soporte de porche.

1.- MATERIALES

1.1.- Hormigones

HA-25; $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$; $g_c = 1.50$

1.2.- Aceros por elemento y posición

1.2.1.- Aceros en barras

Para todos los elementos estructurales de la obra: B 400 S; $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$; $g_s = 1.15$

1.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros conformados	S235	235	210



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros laminados	S275	275	210

2.- ESFUERZOS DEL PILAR

Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

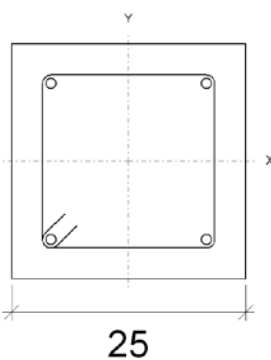
Nota:

Los esfuerzos están referidos a ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza						
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	
P2	Forjado 1	25x25	0.00/2.75	Carga permanente	15.9	0.5	2.2	-0.0	0.7	-0.0	13.2	0.6	0.3	-0.0	0.7	-0.0	
				Sobrecarga (Uso A)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
				Sobrecarga (Uso G1)	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0
				Q 1 (Uso G1)	10.0	0.3	1.5	-0.0	0.5	-0.0	10.0	0.4	0.2	-0.0	0.5	-0.0	
				V 1	4.0	0.0	0.2	-0.0	0.0	-0.0	4.0	0.2	0.1	-0.0	0.0	-0.0	
				V 2	-0.4	-0.0	-1.8	0.0	-0.7	0.0	-0.4	-0.0	-0.0	0.0	-0.7	0.0	
				V 3	2.0	0.2	-3.1	0.0	-1.2	0.1	2.0	0.1	0.0	0.0	-1.2	0.1	
				N 1	4.0	0.1	0.6	-0.0	0.2	-0.0	4.0	0.2	0.1	-0.0	0.2	-0.0	

3.- CUADRO DEL PILAR

PILAR P2

Datos del pilar	
	Geometría
	Dimensiones : 25x25 cm
	Tramo : 0.000/2.750 m
	Altura libre : 2.75 m
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido : 15 mm
	Materiales
Hormigón : HA-25, Yc=1.5	Plano ZX : 2.75 m
Acero : B 400 S, Ys=1.15	Plano ZY : 2.75 m
Armadura longitudinal	Estribos
Esquina : 4Ø12	Perimetral : 1eØ6
Cuantía : 0.72 %	Separación : 6 - 15 - 10 cm

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensión mínima de soportes

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición:

$$b_{min} \geq 250 \text{ mm}$$

$$250.00 \text{ mm} \geq 250.00 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

$$d_l \geq s_{\min}$$

$$154 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm}$$



La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior al mayor de los tres valores siguientes (EHE-08, Artículo 69.4.1.1):

s_{\min} Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_1 20 mm

s_2 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

s_3 Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$s_{\min} : \frac{20}{\quad} \text{ mm}$$

$$s_1 : \frac{20}{\quad} \text{ mm}$$

$$s_2 : \frac{19}{\quad} \text{ mm}$$

$$s_3 : \frac{12}{\quad} \text{ mm}$$

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54)

$$s \leq 350 \text{ mm}$$

$$166 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm}$$



El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54)

$$\varnothing \geq 12 \text{ mm}$$

$$12 \text{ mm} \geq 12 \text{ mm}$$



Estribos

$$d_l \geq s_{\min}$$

$$54 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm}$$



La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior al mayor de los tres valores siguientes (EHE-08, Artículo 69.4.1.1):

s_{\min} Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_1 20 mm

s_2 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

s_3 Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$s_{\min} : \frac{20}{\quad} \text{ mm}$$

$$s_1 : \frac{20}{\quad} \text{ mm}$$

$$s_2 : \frac{19}{\quad} \text{ mm}$$

$$s_3 : \frac{6}{\quad} \text{ mm}$$

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión (EHE-08, Artículo 42.3.1), es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro \varnothing_t cumplan:

$$s_t \leq 15 \cdot \varnothing_{\min} \geq 300 \text{ mm}$$

$$60 \text{ mm} \leq 180 \text{ mm}$$



$$s_t \leq b_{\min}$$

$$60 \text{ mm} \leq 250 \text{ mm}$$



Siendo:

\varnothing_{\min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada.

b_{\min} : Dimensión mínima de la sección

$$\varnothing_{\min} : \frac{12}{\quad} \text{ mm}$$

$$b_{\min} : \frac{250.00}{\quad} \text{ mm}$$

$$\varnothing_t \geq 1/4 \cdot \varnothing_{\max}$$

$$6 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm}$$



Siendo:

\varnothing_{\max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$\varnothing_{\max} : \frac{12}{\quad} \text{ mm}$$

Armadura mínima y máxima. (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (EHE-08, Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal r_l en pilares con barras de acero $f_{yk}=400$ MPa debe cumplir:



$$\rho_l \geq 0.004$$

$$0.007 \geq 0.004$$



Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (EHE-08, Artículo 42.3.3)

En las secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$A'_s \cdot f_{yc,d} \geq 0.1 \cdot N_d$$

$$157.36 \text{ kN} \geq 3.65 \text{ kN}$$



Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{4.52}{\text{cm}^2}$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{347.8}{\text{MPa}}$$

$$f_{yc,d} = f_{yd} \geq 400 \text{ N/mm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \frac{36.46}{\text{kN}}$$

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (EHE-08, Artículo 42.3.3)

En las secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$A'_s \cdot f_{yc,d} \leq f_{cd} \cdot A_c$$

$$157.36 \text{ kN} \leq 1041.67 \text{ kN}$$



Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{4.52}{\text{cm}^2}$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{347.8}{\text{MPa}}$$

$$f_{yc,d} = f_{yd} \geq 400 \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \frac{16.7}{\text{MPa}}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \frac{625.00}{\text{cm}^2}$$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\left(\frac{V_{rd1,x}}{V_{u1,x}}\right)^2 + \left(\frac{V_{rd1,y}}{V_{u1,y}}\right)^2} \leq 1$$

$$\eta : 0.006$$



Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \frac{0.11}{\text{kN}}$$

$$V_{rd1,y} : \frac{1.66}{\text{kN}}$$

V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1} : 260.00 \text{ kN}$$

$$\eta_2 = \sqrt{\left(\frac{V_{rd2,x}}{V_{u2,x}}\right)^2 + \left(\frac{V_{rd2,y}}{V_{u2,y}}\right)^2} \leq 1$$

$$\eta : 0.041$$



Donde:

V_{rd2} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd2,x} : \frac{0.11}{\text{kN}}$$

$$V_{rd2,y} : \frac{1.66}{\text{kN}}$$

V_{u2} : Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$V_{u2} : \frac{40.33}{\text{kN}}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q_a(G1) + 1.5 \cdot Q1(G1)$.

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} = K \cdot f_{1cd} \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{\cot g \theta + \cot g \alpha}{1 + \cot g^2 \theta}$$

$$V_{u1} : \underline{260.00} \text{ kN}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : \underline{1.00}$$

$$\sigma_{cd} \leq 0 \rightarrow K = 1.00$$

s_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$s_{cd} : \underline{-0.7} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{N_d - A'_s \cdot f_{yd}}{A_c}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{32.82} \text{ kN}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{2.26} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{347.8} \text{ MPa}$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{10.0} \text{ MPa}$$

$$f_{ck} \leq 60 \text{ N/mm}^2 \rightarrow f_{1cd} = 0.60 \cdot f_{ck}$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.0} \text{ MPa}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.7} \text{ MPa}$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{250.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{208.00} \text{ mm}$$

a: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$a : \underline{90.0} \text{ grados}$$

q: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$q : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} = K \cdot f_{1cd} \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{\cot g \theta + \cot g \alpha}{1 + \cot g^2 \theta}$$

$$V_{u1} : \underline{260.00} \text{ kN}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : \underline{1.00}$$

$$\sigma_{cd} \leq 0 \rightarrow K = 1.00$$

s_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$s_{cd} : \underline{-2.0} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cd} = \frac{N_d - A'_s \cdot f_{yd}}{A_c}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{32.82} \text{ kN}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>347.8</u> MPa
f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón	f_{1cd} : <u>10.0</u> MPa
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.	f_{ck} : <u>25.0</u> MPa
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} : <u>16.7</u> MPa
b_0 : Anchura neta mínima del elemento.	b_0 : <u>250.00</u> mm
d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.	d : <u>208.00</u> mm
a : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.	a : <u>90.0</u> grados
q : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.	q : <u>45.0</u> grados

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis 1.35·G+1.5·Qa(G1)+1.5·Q1(G1).

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} = \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cd}' \right] \cdot b_0 \cdot d \quad V_{u2} : \underline{31.48} \text{ kN}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} = \left[\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{cv}^{1/2} + 0.15 \cdot \sigma_{cd}' \right] \cdot b_0 \cdot d \quad V_{u2,min} : \underline{40.33} \text{ kN}$$

Donde:

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.	b_0 : <u>250.00</u> mm
d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.	d : <u>208.00</u> mm
g_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.	g_c : <u>1.5</u>
x : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.	x : <u>1.98</u>

$$\xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \leq 2$$

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm ² .	f_{cv} : <u>25.0</u> MPa
--	----------------------------

$$f_{cv} = f_{ck} \not\geq 60 \text{ N/mm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.	f_{ck} : <u>25.0</u> MPa
---	----------------------------

s_{cd}' : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.	s_{cd}' : <u>0.5</u> MPa
---	----------------------------

$$\sigma_{cd}' = \frac{N_d}{A_c} < 0.30 \cdot f_{cd} \not\geq 12 \text{ MPa}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d : <u>32.82</u> kN
-------------------------------------	-------------------------

A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>625.00</u> cm ²
---	---------------------------------------

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} : <u>16.7</u> MPa
--	----------------------------

r_i : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.	r_i : <u>0.0043</u>
---	-----------------------



$$\rho_l = \frac{A_s}{b_0 \cdot d}$$

A_s: Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$A_s : \underline{2.26} \text{ cm}^2$$

Cortante en la dirección Y:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} = \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd} \right] \cdot b_0 \cdot d$$

$$V_{u2} : \underline{31.48} \text{ kN}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} = \left[\frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{cv}^{1/2} + 0.15 \cdot \sigma'_{cd} \right] \cdot b_0 \cdot d$$

$$V_{u2,min} : \underline{40.33} \text{ kN}$$

Donde:

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{250.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{208.00} \text{ mm}$$

g_c: Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$g_c : \underline{1.5}$$

x: Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$x : \underline{1.98}$$

$$\xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) \leq 2$$

f_{cv}: Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$f_{cv} : \underline{25.0} \text{ MPa}$$

$$f_{cv} = f_{ck} \not\geq 60 \text{ N/mm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.0} \text{ MPa}$$

s_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$s_{cd} : \underline{0.5} \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{cd} = \frac{N_d}{A_c} < 0.30 \cdot f_{cd} \not\geq 12 \text{ MPa}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{32.82} \text{ kN}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.7} \text{ MPa}$$

r_l: Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$r_l : \underline{0.0043}$$

$$\rho_l = \frac{A_s}{b_0 \cdot d}$$

A_s: Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$A_s : \underline{2.26} \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis 1.35·G+1.5·Qa(G1)+1.5·Q1(G1).

Se debe satisfacer:

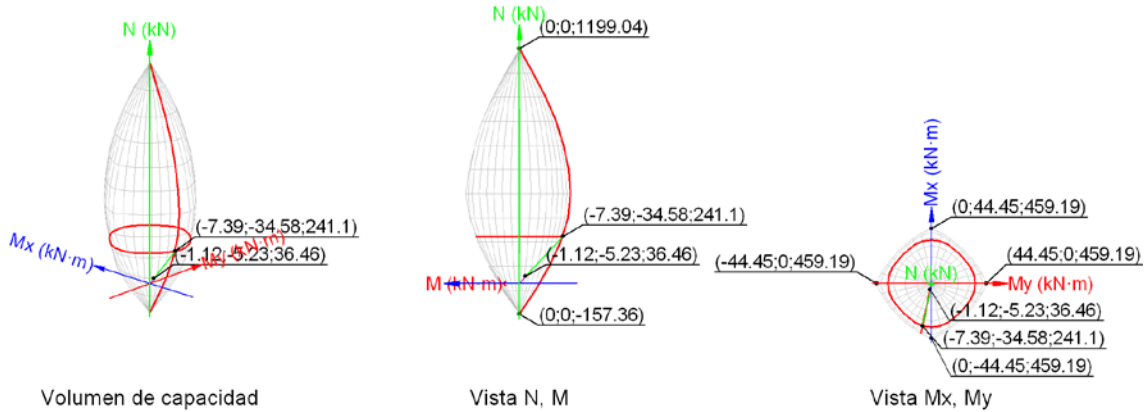


Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{N_{ed}^2 + M_{ed,x}^2 + M_{ed,y}^2}{N_{Rd}^2 + M_{Rd,x}^2 + M_{Rd,y}^2}} \leq 1$$

h : 0.151 ✓



Comprobación de resistencia de la sección (h₁)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo.

M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden.

N_{ed} :	<u>36.46</u>	kN
M_{ed,x} :	<u>-5.23</u>	kN·m
M_{ed,y} :	<u>-1.12</u>	kN·m

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento.

M_{Rd}: Momentos de agotamiento.

N_{Rd} :	<u>241.10</u>	kN
M_{Rd,x} :	<u>-34.58</u>	kN·m
M_{Rd,y} :	<u>-7.39</u>	kN·m

Donde:

$$N_{ed} = N_d$$

$$M_{ed} = N_d \cdot e_e$$

Siendo:

e_e: Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{e,x} = \underline{-30.63} \text{ mm}$$

$$e_{e,y} = \underline{-143.42} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades e_{0,x} y e_{0,y} son superiores a la mínima.

$$e_{e,x} = e_{0,x}$$

$$e_{e,y} = e_{0,y}$$

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} = h/20 \nless 2 \text{ cm}$$

$$e_{min} = \underline{20.00} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h = \underline{250.00} \text{ mm}$$

$$e_0 = \frac{M_d}{N_d}$$

$$e_0 = \underline{-30.63} \text{ mm}$$



Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-1.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{36.46} \text{ kN}$$

En el eje y:

$$e_{\min} = h/20 \leq 2 \text{ cm}$$

$$e_{\min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{250.00} \text{ mm}$$

$$e_0 = \frac{M_d}{N_d}$$

$$e_0 : \underline{-143.42} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-5.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{36.46} \text{ kN}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte I es menor que la esbeltez límite inferior l_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

$$I : \underline{38.11}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.750} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{7.22} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{32552.08} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{\text{inf}} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

$$l_{\text{inf}} : \underline{100.00}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{-143.42} \text{ mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : \underline{-143.42} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{250.00} \text{ mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.24}$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.03}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{36.46} \text{ kN}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.7} \text{ MPa}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$



En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte I es menor que la esbeltez límite inferior l_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l_0}{\sqrt{I/A_c}}$$

$$I : \underline{38.11}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.750} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{7.22} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{32552.08} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} = 35 \cdot \sqrt{\frac{C}{v} \cdot \left[1 + \frac{0.24}{e_2/h} + 3.4 \cdot \left(\frac{e_1}{e_2} - 1 \right)^2 \right]} \geq 100$$

$$l_{inf} : \underline{100.00}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{-30.63} \text{ mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : \underline{-30.63} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{250.00} \text{ mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.24}$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.03}$$

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{36.46} \text{ kN}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.7} \text{ MPa}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

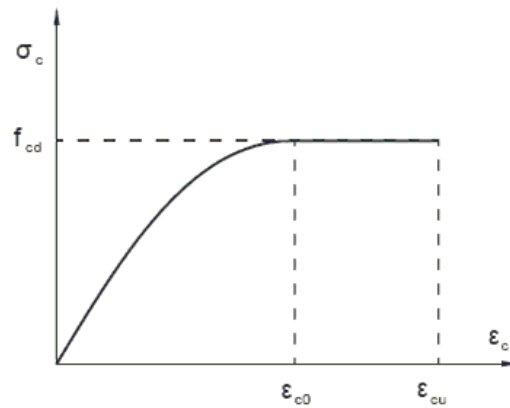
$$A_c : \underline{625.00} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo, 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones e_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.





f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.7 \text{ MPa}}$$

ϵ_{c0} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{c0} : \underline{0.0020}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

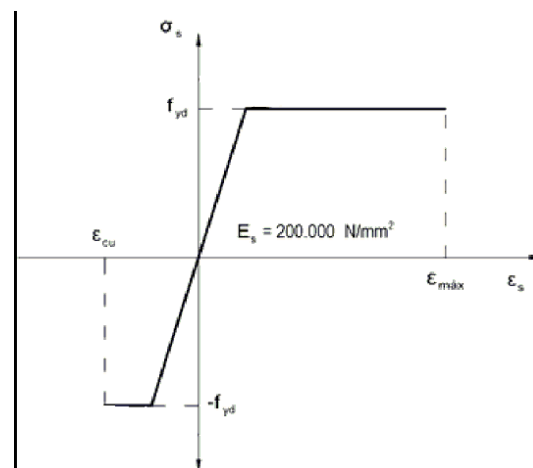
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.0 \text{ MPa}}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

- (ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{347.8 \text{ MPa}}$$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

$$f_{yk} : \underline{400.0 \text{ MPa}}$$

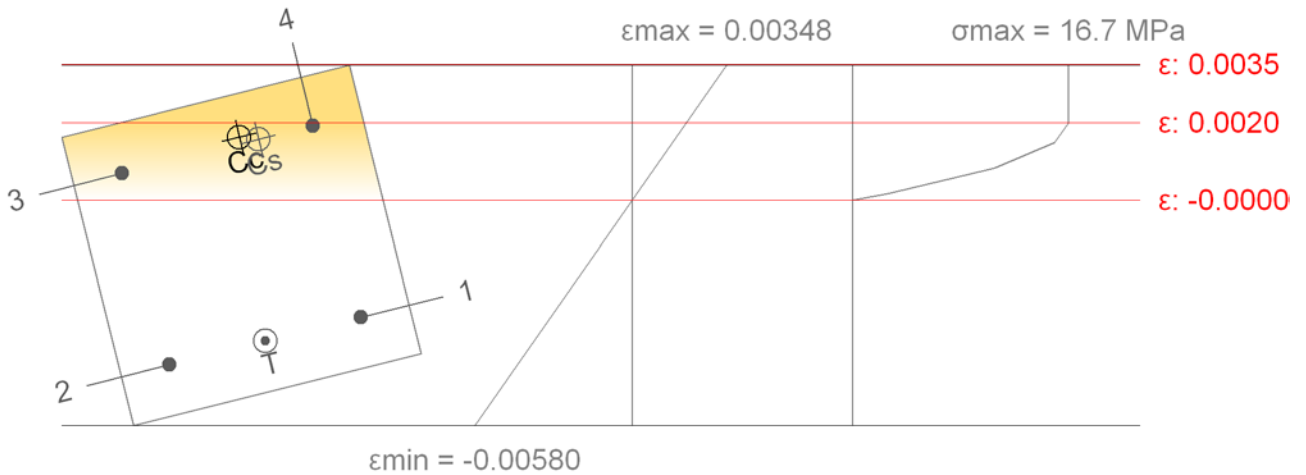


g_s : Coeficiente parcial de seguridad.

g_s : 1.15

- (e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	S_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	-83	83	-347.8	-0.003009
2	Ø12	83	83	-347.8	-0.004241
3	Ø12	83	-83	+138.2	+0.000691
4	Ø12	-83	-83	+347.8	+0.001923

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	264.81	-20.46	-88.69
Cs	54.97	-35.8	-83
T	78.68	0	83

$$N_{Rd} = C_c + C_s - T$$

$$N_{Rd} : \underline{241.10} \text{ kN}$$

$$M_{Rd,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{-34.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{-7.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{264.81} \text{ kN}$$

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{54.97} \text{ kN}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{78.68} \text{ kN}$$

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{-20.46} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{-88.69} \text{ mm}$$

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{-35.80} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{-83.00} \text{ mm}$$

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{83.00} \text{ mm}$$

e_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$e_{cmax} : \underline{0.0035}$$



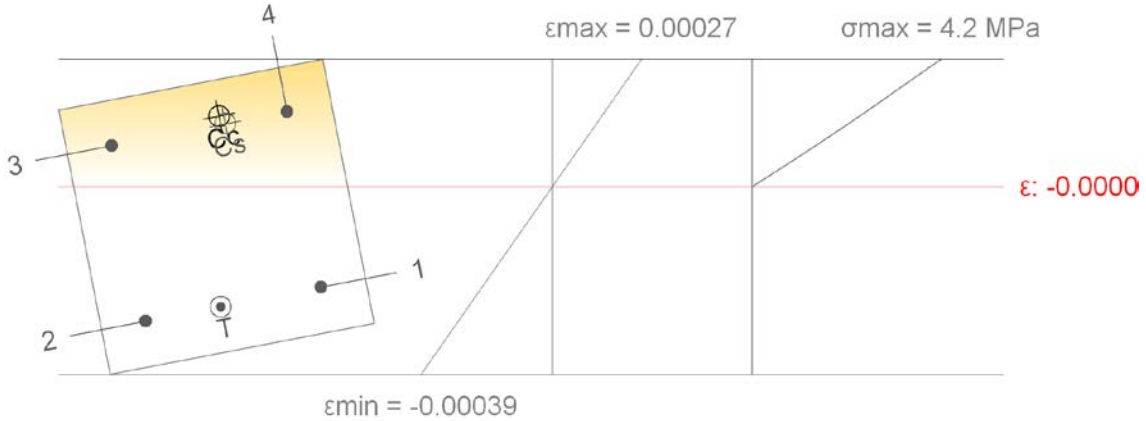
Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

e_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.
 s_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.
 s_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

e_{smax} : 0.0042
 s_{cmax} : 16.7 MPa
 s_{smax} : 347.8 MPa

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	s_s (MPa)	ϵ
1	Ø12	-83	83	-42.3	-0.000211
2	Ø12	83	83	-56.5	-0.000283
3	Ø12	83	-83	+17	+0.000085
4	Ø12	-83	-83	+31.2	+0.000156

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	42.18	-20.13	-91.23
Cs	5.45	-24.52	-83
T	11.18	11.96	83

$N_{ed} = C_c + C_s - T$ $N_{ed} : \underline{36.46}$ kN
 $M_{ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$ $M_{ed,x} : \underline{-5.23}$ kN·m
 $M_{ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$ $M_{ed,y} : \underline{-1.12}$ kN·m

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón. $C_c : \underline{42.18}$ kN
 C_s : Resultante de compresiones en el acero. $C_s : \underline{5.45}$ kN
 T : Resultante de tracciones en el acero. $T : \underline{11.18}$ kN
 e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cc,x} : \underline{-20.13}$ mm
 $e_{cc,y} : \underline{-91.23}$ mm
 e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{cs,x} : \underline{-24.52}$ mm
 $e_{cs,y} : \underline{-83.00}$ mm
 e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y. $e_{T,x} : \underline{11.96}$ mm
 $e_{T,y} : \underline{83.00}$ mm
 e_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón. $e_{cmax} : \underline{0.0003}$
 e_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada. $e_{smax} : \underline{0.0003}$
 s_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón. $s_{cmax} : \underline{4.2}$ MPa



s_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

s_{smax} : 56.5 MPa

4.2 ANEJO2: DB-SI: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

4.2.1 SI 1: PROPAGACIÓN INTERIOR

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.

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplen una resistencia al fuego EI2 t-C5, siendo 't' la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realiza a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

El uso principal del edificio es Vivienda unifamiliar y se desarrolla en un único sector.

Sectores de incendio							
Sector	Sup. construida(m ²)		Uso previsto (1)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador (2)			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos (3)		Puertas	
				Norm	Proyecto	Norma	Proyecto
Sector de incendio	2500	264.63	Vivienda unifamiliar	EI 60	EI 90	EI2 30-C5	EI2 60-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, movilidad de los usuarios, etc.

(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.

2.- LOCALES DE RIESGO ESPECIAL

Los locales y zonas de riesgo especial se clasifican conforme a tres grados de riesgo (alto, medio y bajo) según los criterios establecidos en la tabla 2.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), cumpliendo las condiciones que se determinan en la tabla 2.2 de la misma sección.



Zonas de riesgo especial						
Local o zona	Superficie (m ²)	Nivel de riesgo (1)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador (2)(3)(4)			
			Paredes y techos		Puertas	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Garaje	33.12	Bajo	EI 90	EI 90	EI2 45-C5	EI2 60-C5
Instalaciones	8.01	Bajo	EI 90	EI 90	EI2 45-C5	-

Notas:

(1) La necesidad de vestíbulo de independencia depende del nivel de riesgo del local o zona, conforme exige la tabla 2.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

(2) Los valores mínimos están establecidos en la tabla 2.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

(3) Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio. El tiempo de resistencia al fuego no será menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

(4) Los valores mínimos de resistencia al fuego en locales de riesgo especial medio y alto son aplicables a las puertas de entrada y salida del vestíbulo de independencia necesario para su evacuación.

3.- SPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS

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

Se limita a tres plantas y una altura de 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, 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, tales 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:

- a) Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado; por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t(i) (t' o) (t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado), o un dispositivo intumescente de obturación.



b) Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t(i) o) ('t' es el tiempo de resistencia al fuego requerido al elemento de compartimentación atravesado).

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, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento (1)	
	Techos y paredes (2)(3)	Suelos (2)
Locales de riesgo especial	B-s1, d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (4), suelos elevados, etc.	B-s3, d0	BFL-s2 (5)
<p>Notas:</p> <p>(1) Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.</p> <p>(2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.</p> <p>(3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.</p> <p>(4) Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.</p> <p>(5) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.</p>		

4.2.2 SI 2: PROPOAGACIÓN EXTERIOR

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
Planta baja	Muro mampostería 60 cm	No	No procede	
Planta baja	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	No	No procede	
Planta baja	LHD GARAJE	No	No procede	
Planta baja	Muro mampostería 69 cm	No	No procede	
Planta baja	Muro mampostería 50 cm	No	No procede	
Planta baja	Muro mampostería 40 cm	No	No procede	
Planta Bajo Cubierta	Muro mampostería 69 cm	No	No procede	
Planta Bajo Cubierta	Muro mampostería 60 cm	No	No procede	
Planta Bajo Cubierta	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	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
Planta baja - Planta Bajo Cubierta	Muro mampostería 60 cm	No	No procede	
Planta baja - Planta Bajo Cubierta	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	No	No procede	
Planta baja - Planta Bajo Cubierta	LHD GARAJE	No	No procede	
Planta baja - Planta Bajo Cubierta	Muro mampostería 69 cm	No	No procede	
Planta baja - Planta Bajo Cubierta	Muro mampostería 50 cm	No	No procede	



Planta baja - Planta Bajo Cubierta	Muro mampostería 40 cm	No	No procede
<p>Notas:</p> <p>(1) Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.</p> <p>(2) Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).</p> <p>(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 $d \geq \frac{b}{EI}$ (m), según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).</p>			

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.

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.

4.2.3 SI 3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES

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 de 1500 m².

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 ésta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación									
Planta	Sútil(1)	ρ_{ocup} (2)	P_{calc} (3)	Número de salidas(4)		Longitud el recorrido(5) (m)		Anchura de las salidas(6) (m)	
	(m ²)	(m ² /p)		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sector de incendio (Uso Residencial Vivienda), ocupación: 10 personas									
<p>Notas:</p> <p>(1) Superficie útil con ocupación no nula, $S_{útil}$ (m²). 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).</p> <p>(2) Densidad de ocupación, ρ_{ocup} (m²/p); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3).</p> <p>(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).</p> <p>(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).</p> <p>(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).</p> <p>(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).</p>									

En las zonas de riesgo especial del edificio, clasificadas según la tabla 2.1 (DB SI 1), se considera que sus puntos ocupables son origen de evacuación, y se limita a 25 m la longitud máxima hasta la salida de cada zona.

Además, se respetan las distancias máximas de los recorridos fuera de las zonas de riesgo especial, hasta sus salidas de planta correspondientes, determinadas en función del uso, altura de evacuación y número de salidas necesarias y ejecutadas.

Longitud y número de salidas de los recorridos de evacuación para las zonas de riesgo especial								
Local o zona	Planta	Nivel de riesgo(1)	Número de salidas(2)		Longitud del recorrido(3) (m)		Anchura de las salidas(4) (m)	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Garaje	Planta baja	Bajo	1	1	25	5.6	0.80	3.10
Instalaciones	Planta baja	Bajo	1	1	25	1.6	---	---



Notas:

- (1) Nivel de riesgo (bajo, medio o alto) de la zona de riesgo especial, según la tabla 2.1 (DB SI 1).
- (2) Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas en la planta a la que pertenece la zona de riesgo especial, según la tabla 3.1 (DB SI 3).
- (3) Longitud máxima permitida y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada zona de riesgo especial, hasta la salida de la zona (tabla 2.2, DB SI 1), y hasta su salida de planta correspondiente, una vez abandonada la zona de riesgo especial, según la tabla 3.1 (DB SI 3).
- (4) Anchura mínima exigida tanto para las puertas de paso y las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de dimensionado de los elementos de evacuación (punto 4.2 (DB SI 3)), como para las puertas dispuestas en proyecto. La anchura de toda hoja de puerta estará contenida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

3.- SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

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:

- a) 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.
- b) 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.

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.

4.2.4 SI 4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

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. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.



En los locales y zonas de riesgo especial del edificio se dispone la correspondiente dotación de instalaciones indicada en la tabla 1.1 (DB SI 4), siendo ésta nunca inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio.

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 (2)	No	No	No	No
<i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4. Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-113B-C.					

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en las zonas de riesgo especial			
Referencia de la zona	Nivel de riesgo	Extintores portátiles ⁽¹⁾	Bocas de incendio equipadas
Garaje	Bajo	Sí (1 dentro)	---
Instalaciones	Bajo	Sí (1 dentro)	---
<i>Notas:</i> ⁽¹⁾ Se indica el número de extintores dispuestos dentro de cada zona de riesgo especial y en las cercanías de sus puertas de acceso. Con la disposición indicada, los recorridos de evacuación dentro de las zonas de riesgo especial quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación para zonas de riesgo bajo o medio, y de 10 m para zonas de riesgo alto, en aplicación de la nota al pie 1 de la tabla 1.1, DB SI 4. Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-113B-C.			

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.

4.2.5 SI 5: INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

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.

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.

4.2.6 SI 6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Alcanzan la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.
- Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Resistencia al fuego de la estructura						
Sector o local de riesgo especial ⁽¹⁾	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado ⁽²⁾			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales ⁽³⁾
			Soportes	Vigas	Forjados	
Garaje	Local de riesgo especial bajo	Planta Bajo Cubierta	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 90
Sector de incendio	Vivienda unifamiliar	Cubierta	estructura de madera	estructura de madera	estructura de madera	R 30



Notas:

(1) Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

(2) Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

(3) La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.

4.3 ANEJO 3:

DB-SUA: SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

4.3.1 SUA 1: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

Se limitará el riesgo de los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

1.- RESBALADICIDAD DE LOS SUELOS

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al desplazamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Resistencia al deslizamiento R_d	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 R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.



Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	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
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	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.

2.- DISCONTINUIDAD EN EL PAVIMENTO

Con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de trapiés o de tropiezos el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- No tendrá juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
- Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

3.- DESNIVELES

3.1.- Protección de los desniveles

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

3.2.- Características de las barreras de protección

3.2.1.- Altura

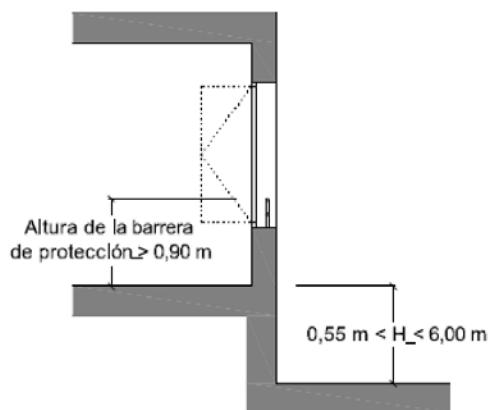


Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 0,90 m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6m.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel del suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de peldaños, hasta el límite superior de la barrera.



3.2.2.- Resistencia

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

3.2.3.- Características constructivas

En cualquier zona de los edificios de uso Residencial Vivienda las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

- No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
 - En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
 - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm.



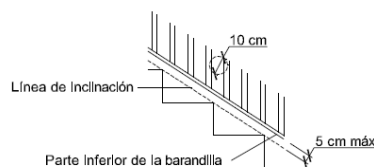


Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla

4.- ESCALERAS Y RAMPAS

Escaleras de uso restringido

- La anchura de cada tramo será de 0,80 m, como mínimo.
- La contrahuella será de 20 cm, como máximo, y la huella de 22 cm, como mínimo. La dimensión de toda huella se medirá, en cada peldaño, según la dirección de la marcha. En escaleras de trazado curvo, la huella se medirá en el eje de la escalera, cuando la anchura de esta sea menor que 1 m y a 50 cm del lado más estrecho cuando sea mayor. Además la huella medirá 5 cm, como mínimo, en el lado más estrecho y 44 cm, como máximo, en el lado más ancho.
- Podrán disponerse mesetas partidas con peldaños a 45° y escalones sin tabica. En este último caso la proyección de las huellas se superpondrá al menos 2,5 cm (véase figura 4.1). La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.
- Dispondrán de barandilla en sus lados abiertos.

5.- LIMPIEZA DE ACRISTALAMIENTO EXTERIORES

En edificios de uso Residencial Vivienda, los acristalamientos que se encuentren a una altura de más de 6 m sobre la rasante exterior con vidrio transparente cumplirán las condiciones que se indican a continuación, salvo cuando sean practicables o fácilmente desmontables, permitiendo su limpieza desde el interior.

En el presente proyecto, los acristalamientos se encuentran todos a una cota menos de 6 metros sobre la rasante exterior por lo que no es aplicable este punto.

4.3.2 SUA 2: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

1.- Impacto con elementos fijos



- La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2,10 m en zonas de uso restringido y 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.
- Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2,20 m, como mínimo.
- En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.
- Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2 m, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos y permitirán su detección por los bastones de personas con discapacidad visual.

2.- Atrapamiento

Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

4.3.3 SUA 3: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Aprisionamiento

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.

4.3.4 SUA 4: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

1.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

			NORMA	PROYECTO
Zona			Iluminancia mínima [lux]	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	20	
		Resto de zonas	20	



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

	Para vehículos o mixtas		20	
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	100	
		Resto de zonas	100	
	Para vehículos o mixtas		50	57
Factor de uniformidad media			fu ≥ 40 %	51 %

2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Dotación:

Contarán con alumbrado de emergencia:

<input checked="" type="checkbox"/>	Recorridos de evacuación
<input checked="" type="checkbox"/>	Aparcamientos cuya superficie construida exceda de 100 m ²
<input type="checkbox"/>	Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección
<input type="checkbox"/>	Locales de riesgo especial
<input type="checkbox"/>	Lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado
<input type="checkbox"/>	Las señales de seguridad

Disposición de las luminarias:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Altura de colocación	h ≥ 2 m	H = 2.62 m

Se dispondrá una luminaria en:

<input checked="" type="checkbox"/>	Cada puerta de salida.
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalando el emplazamiento de un equipo de seguridad.
<input checked="" type="checkbox"/>	Puertas existentes en los recorridos de evacuación.
<input checked="" type="checkbox"/>	Escaleras (cada tramo recibe iluminación directa).
<input checked="" type="checkbox"/>	En cualquier cambio de nivel.
<input checked="" type="checkbox"/>	En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Características de la instalación:

Será fija.
Dispondrá de fuente propia de energía.
Entrará en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado
El alumbrado de emergencia en las vías de evacuación debe alcanzar, al menos, el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de 5 segundos y el 100% a los 60 segundos.

Condiciones de servicio que se deben garantizar (durante una hora desde el fallo):

		NORMA	PROYECTO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Vías de evacuación de anchura ≤ 2m	Iluminancia en el eje central	≥1 lux	2.07 luxes
		Iluminancia en la banda central	≥ 0.5 luxes	2.04 luxes
<input type="checkbox"/>	Vías de evacuación de anchura > 2m	Pueden ser tratadas como varias bandas de anchura ≤ 2m		



		NORMA	PROYECTO
×	Relación entre iluminancia máxima y mínima a lo largo de la línea central	$\leq 40:1$	2:1
Puntos donde estén situados: equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios y cuadros de distribución del alumbrado.		Iluminancia ≥ 5 luxes	10.25 luxes
Valor mínimo del Índice de Rendimiento Cromático (Ra)		$Ra \geq 40$	$Ra = 80.00$

Iluminación de las señales de seguridad:

		NORMA	PROYECTO
×	Luminancia de cualquier área de color de seguridad	≥ 2 cd/m ²	3 cd/m ²
×	Relación entre la luminancia máxima/mínima dentro del color blanco o de seguridad	$\leq 10:1$	10:1
×	Relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{color} > 10$	$\geq 5:1$	
		$\leq 15:1$	10:1
×	Tiempo en el que se debe alcanzar cada nivel de iluminación	$\geq 50\%$	--> 5 s
		100%	--> 60 s

4.3.5 SUA 5: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES CON ALTA OCUPACIÓN

Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

No será de aplicación en el presente proyecto por tratarse de una vivienda unifamiliar.

4.3.6 SUA 6: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

No es aplicable dicha exigencia en el proyecto que nos ocupa.

4.3.7 SUA 7: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

Por lo tanto, para este proyecto, no es de aplicación.



4.3.8 SUA 8: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

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 0.8.⁹

1.1.- Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (N_e)

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$$

siendo:

N_g : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año,km²).

A_e : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m².

C_1 : Coeficiente relacionado con el entorno.

$$N_g \text{ (Tui)} = 1.50 \text{ impactos/año,km}^2$$

$$A_e = 2563.82 \text{ m}^2$$

$$C_1 \text{ (aislado)} = 1.00$$

$$N_e = 0.0038 \text{ impactos/año}$$

1.2.- Cálculo del riesgo admisible (N_a)

$$N_a = \frac{5.5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

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.

$$C_2 \text{ (estructura de madera/cubierta de madera)} = 3.00$$

$$C_3 \text{ (otros contenidos)} = 1.00$$

$$C_4 \text{ (resto de edificios)} = 1.00$$

$$C_5 \text{ (resto de edificios)} = 1.00$$



$$N_a = 0.0018 \text{ impactos/año}$$

1.3.- Verificación

$$\begin{aligned} \text{Altura del edificio} &= 7.3 \text{ m} \leq 43.0 \text{ m} \\ N_e &= 0.0038 > N_a = 0.0018 \text{ impactos/año} \end{aligned}$$

2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

2.1.- 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:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

$$\begin{aligned} N_a &= 0.0018 \text{ impactos/año} \\ N_e &= 0.0038 \text{ impactos/año} \\ E &= 0.523 \end{aligned}$$

Como:

$$0 \leq 0.523 < 0.80$$

Nivel de protección: **IV**

No es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo

4.3.9 SUA 9: ACCESIBILIDAD

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

Condiciones de accesibilidad

Dentro de los límites de las viviendas, incluidas las unifamiliares y sus zonas exteriores privativas, las condiciones de accesibilidad únicamente son exigibles en aquellas que deban ser accesibles.

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique a una entrada principal al edificio, y en conjunto de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda con la vía pública y con las zonas comunes exteriores propios



Esta prevista la ubicación de un aparato elevador, en el caso de que personal con minusvalía física lo necesite.

4.4 ANEJO 4: DB-HS: SALUBRIDAD

4.4.1 HS 1: PROTECCIÓN CONTRA LA HUMEDAD

1.- SUELOS

1.1.- 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: $K_s: 1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}^{(1)}$

Notas:

⁽¹⁾ Este dato se obtiene del informe geotécnico.

1.2.- Condiciones de las soluciones constructivas

Forjado sanitario tipo caviti

V1

Presencia de agua:	Baja
Grado de impermeabilidad:	1⁽¹⁾
Tipo de suelo:	Suelo elevado⁽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) Suelo situado en la base del edificio en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.

Ventilación de la cámara:

El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s , en cm^2 , y la superficie del suelo elevado, A_s , en m^2 debe cumplir la condición:



$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

1.3.- 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.

2.- FACHADAS Y MEDIANERAS DESCUBIERTAS

2.1.- Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio:	E0(1)
Zona pluviométrica de promedios:	II(2)
Altura de coronación del edificio sobre el terreno:	7.3 m(3)
Zona eólica:	B(4)
Grado de exposición al viento:	V2(5)
Grado de impermeabilidad:	4(6)



Notas:

- (1) Clase de entorno del edificio E0 (Terreno tipo II: Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia).
- (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.

2.2.- Condiciones de las soluciones constructivas**Muro mampostería 69 cm****R3+B1+C2+J2**

Revestimiento exterior: **Sí**
 Grado de impermeabilidad alcanzado: **5 (R3+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)**

Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
 - Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:



- Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
- Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
- Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
- Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

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.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.



Muro mampostería 50 cm**R3+B1+C2+J2**

Revestimiento exterior: **Sí**
Grado de impermeabilidad alcanzado: **5 (R3+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)**

Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
 - Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
 - Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
 - Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
 - Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
 - Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
 - Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

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.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

Muro mampostería 60 cm

R3+B1+C2+J2

Revestimiento exterior:

Sí

Grado de impermeabilidad alcanzado:

5 (R3+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)

Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:



- Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
- Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
- Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
 - Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
 - Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
 - Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
 - Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

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.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo

R3+B2+C1+J2

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: aislamiento térmico sistema Isoflex "ISOVER", formado por panel rígido de lana de roca volcánica de alta densidad, no revestido, Isoflex "ISOVER", de 60 mm de espesor; HOJA PRINCIPAL: hoja de 12 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (cubo doble), para revestir, recibida con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos; TRASDOSADO: trasdosado directo realizado con placa de yeso laminado, de 13 mm de espesor, con un panel de lana de vidrio de 40 mm de espesor, Calibel "ISOVER", resistencia térmica 1,55882 m²K/W, conductividad térmica 0,034 W/(mK).

Revestimiento exterior:

Sí

Grado de impermeabilidad alcanzado:

5 (R3+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)

Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:



- Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
- Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
- Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
 - Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
 - Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
 - Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
 - Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- Cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la hoja principal, estando la cámara por el lado exterior del aislante;
- Aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la hoja principal.

Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:



- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

Muro mampostería 40 cm

R3+B1+C2+J2

Revestimiento exterior:

Sí

Grado de impermeabilidad alcanzado:

5 (R3+C1, Tabla 2.7, CTE DB HS1)

Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;



- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
- Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
- Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal);
- Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
- Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

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.

Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;



- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

2.3.- Puntos singulares de las fachadas

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Juntas de dilatación:

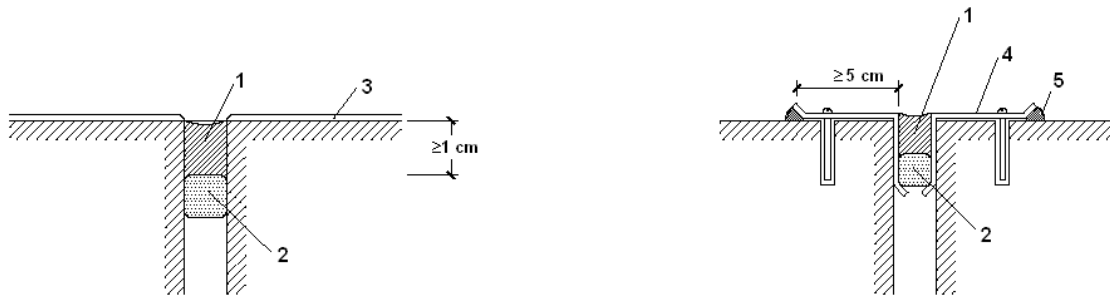
Deben disponerse juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas	
Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
de piedra natural	30
de piezas de hormigón celular en autoclave	22
de piezas de hormigón ordinario	20
de piedra artificial	20
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15

- En las juntas de dilatación de la hoja principal debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).

El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.



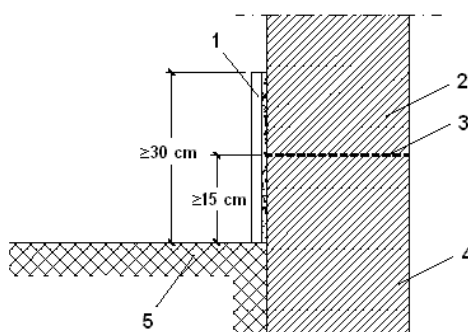


1. Sellante
2. Relleno
3. Enfoscado
4. Chapa metálica
5. Sellado

Arranque de la fachada desde la cimentación:

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



1. Zócalo
2. Fachada
3. Barrera impermeable
4. Cimentación
5. Suelo exterior

- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

Encuentros de la fachada con los forjados:



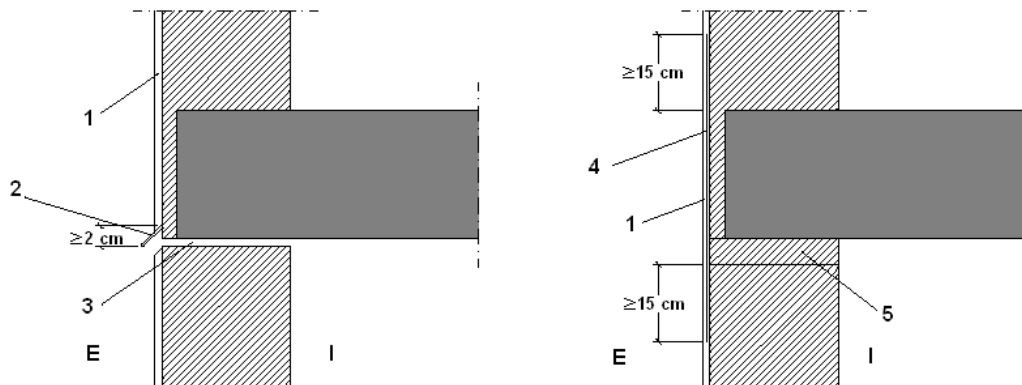
Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes (véase la siguiente figura):

a) Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;

- Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.



1. Revestimiento continuo
2. Perfil con goterón
3. Junta de desolidarización
4. Armadura
5. 1ª Hilada
- I. Interior
- E. Exterior

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

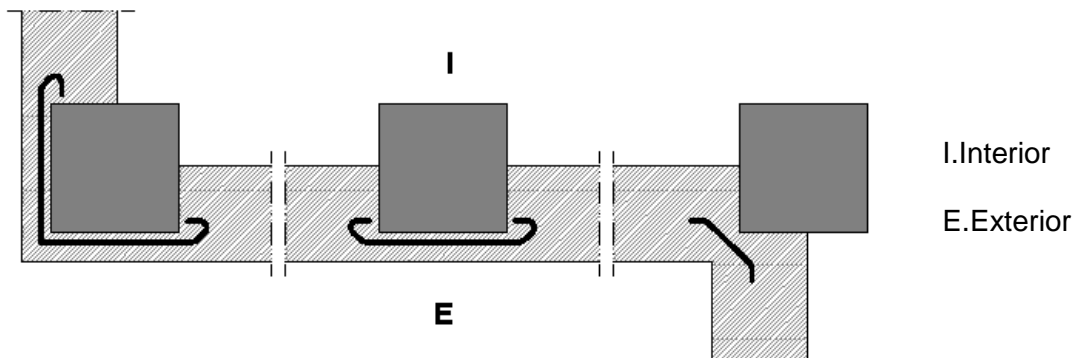
Encuentros de la fachada con los pilares:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.

Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir



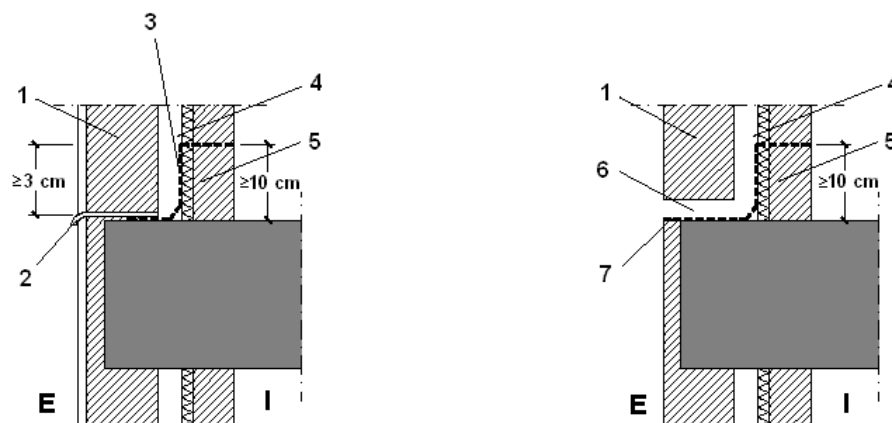
la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:

- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.
- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.
- Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:
 - a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (véase la siguiente figura);

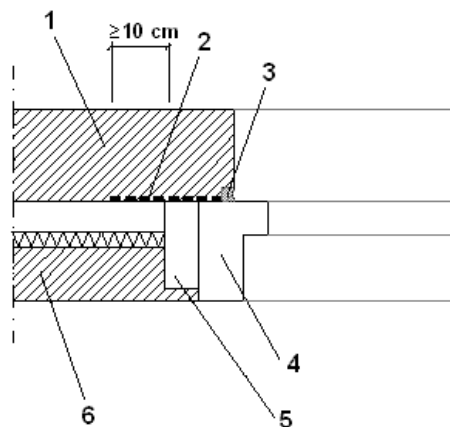
Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.



1. Hoja principal
 2. Sistema de evacuación
 3. Sistema de recojida
 4. Cámara
 5. Hoja interior
 6. Llaça desprovista de mortero
 7. Sistema de recojida 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

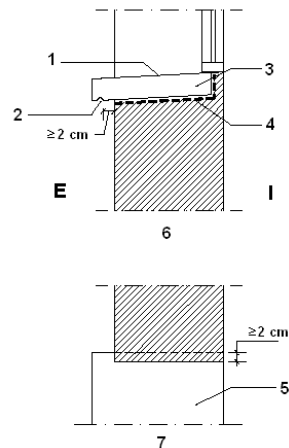
- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón 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.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López



1. Pendiente hacia el exterior
 2. Goterón
 3. Vierteaguas
 4. Barrera impermeable
 5. Vierteaguas
 6. Sección
 7. Plantal. 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.- CUBIERTAS PLANAS

3.1.- Condiciones de las soluciones constructivas

Porche (Forjado Panel sandwich Thermochip)

Tipo:	Transitable peatones
Formación de pendientes:	
Pendiente mínima/máxima:	1.0 % / 5.0 %(1)
Aislante térmico(2):	
Material aislante térmico:	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]
Espesor:	8.0 cm(3)
Barrera contra el vapor:	Sin barrera contra el vapor
Tipo de impermeabilización:	
Descripción:	Material bituminoso/bituminoso modificado

Notas:

- (1) Este dato se obtiene de la tabla 2.9 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.
- (2) Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.
- (3) 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 materiales bituminosos y bituminosos modificados:
 - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
 - Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
 - Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
 - Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

Capa de protección:

- Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.
- Solado fijo:



- El solado fijo puede ser de los materiales siguientes: baldosas recibidas con mortero, capa de mortero, piedra natural recibida con mortero, hormigón, adoquín sobre lecho de arena, mortero filtrante, aglomerado asfáltico u otros materiales de características análogas.
- El material que se utilice debe tener una forma y unas dimensiones compatibles con la pendiente.
- Las piezas no deben colocarse a hueso.

3.2.- Puntos singulares de las cubiertas planas

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.

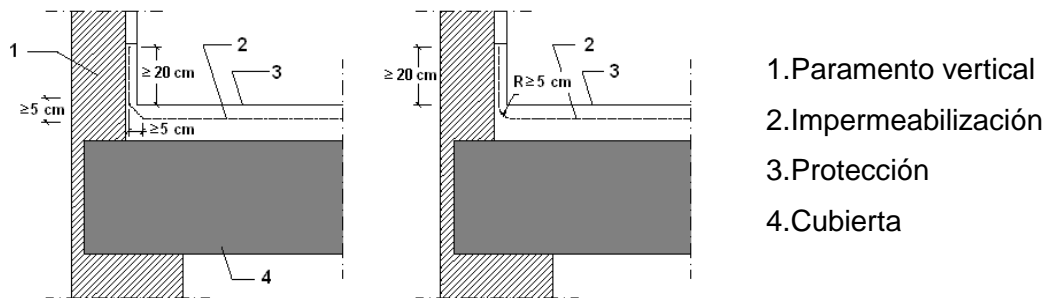
Juntas de dilatación:

- Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.
- Cuando la capa de protección sea de solado fijo, deben disponerse juntas de dilatación en la misma. Estas juntas deben afectar a las piezas, al mortero de agarre y a la capa de asiento del solado y deben disponerse de la siguiente forma:
 - a) Coincidiendo con las juntas de la cubierta;
 - b) En el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes;
 - c) En cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.
- En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:



La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta (véase la siguiente figura).



- El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.
- Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
 - a) Mediante una roza de 3x3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
 - b) Mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
 - c) Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

Encuentro de la cubierta con el borde lateral:

- El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:
 - a) Prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento;
 - b) Disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical

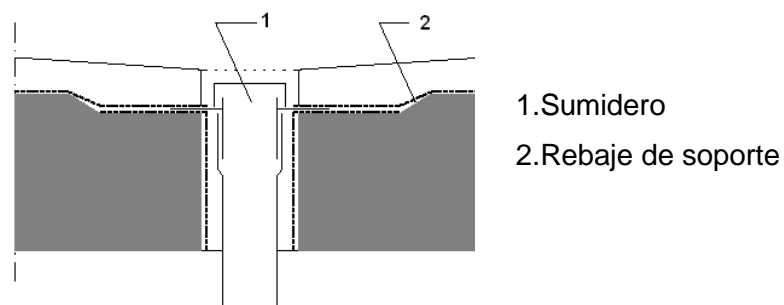


descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón:

- El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.
- El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (véase la siguiente figura) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.



- La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.
- La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.
- Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.
- El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.
- Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra el ala vertical, que se extienda hasta 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

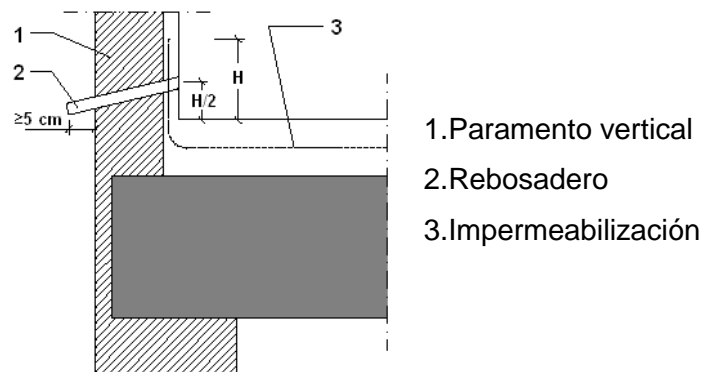


- Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.
- Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

Rebosaderos:

- En las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, deben disponerse rebosaderos en los siguientes casos:
 - a) Cuando en la cubierta exista una sola bajante;
 - b) Cuando se prevea que, si se obtura una bajante, debido a la disposición de las bajantes o de los faldones de la cubierta, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes;
 - c) Cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del elemento que sirve de soporte resistente.
- La suma de las áreas de las secciones de los rebosaderos debe ser igual o mayor que la suma de las de bajantes que evacuan el agua de la cubierta o de la parte de la cubierta a la que sirvan.

El rebosadero debe disponerse a una altura intermedia entre la del punto más bajo y la del más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical (véase la siguiente figura) y en todo caso a un nivel más bajo de cualquier acceso a la cubierta.



- El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

- Los elementos pasantes deben situarse separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.
- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben ascender por el elemento pasante 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

Anclaje de elementos:

- Los anclajes de elementos deben realizarse de una de las formas siguientes:
 - a) Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización;
 - b) Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

Rincones y esquinas:

- En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

Accesos y aberturas:

- Los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical deben realizarse de una de las formas siguientes:
 - a) Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel;
 - b) Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en



balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1%.

- Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deben realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho de una altura por encima de la protección de la cubierta de 20 cm como mínimo e impermeabilizado según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

4.- CUBIERTAS INCLINADAS

4.1.- Condiciones de las soluciones constructivas

Revestimiento de teja cerámica (Cubierta Tipo Thermochip)

Formación de pendientes:

Descripción: **Tablero multicapa sobre entramado estructural**
 Pendiente: **37.7 %**

Aislante térmico(1):

Material aislante térmico: **XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [**
 Espesor: **10.0 cm(2)**
 Barrera contra el vapor: **Sin barrera contra el vapor**

Tipo de impermeabilización:

Descripción: **Material bituminoso/bituminoso modificado**

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 materiales bituminosos y bituminosos modificados:
 - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
 - Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
 - Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
 - Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

Camara de aire ventilada:

Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total, S_s , en cm^2 , y la superficie de la cubierta, A_c , en m^2 cumpla la siguiente condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_c} > 3$$

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.

Revestimiento de teja cerámica (Cubierta Tipo Thermochip)

Formación de pendientes:

Descripción: **Tablero multicapa sobre entramado estructural**

Pendiente: **17.3 %**

Aislante térmico(1):

Material aislante térmico: **XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]**

Espesor: **10.0 cm(2)**

Barrera contra el vapor: **Sin barrera contra el vapor**

Tipo de impermeabilización:

Descripción: **Material bituminoso/bituminoso modificado**

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 materiales bituminosos y bituminosos modificados:
 - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
 - Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
 - Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
 - Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

Camara de aire ventilada:

Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total, S_s , en cm^2 , y la superficie de la cubierta, A_c , en m^2 cumpla la siguiente condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_c} > 3$$

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.

4.2.- Puntos singulares de las cubiertas inclinadas

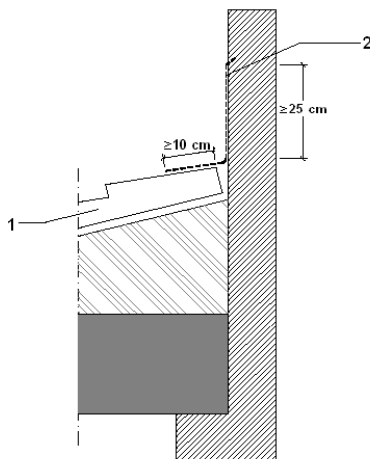
Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.



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:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

- 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.



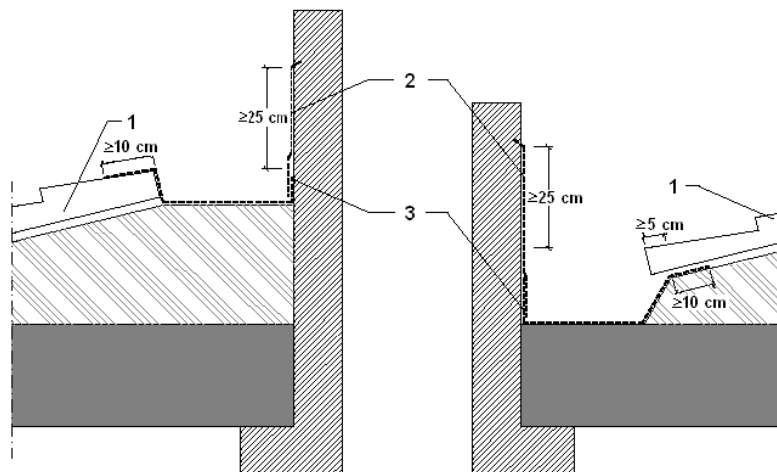
Anclaje de elementos:

- 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
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

4.4.2 HS 2: RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

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

[4 dormitorios dobles]			
Fracción	CA(1) (l/persona)	Pv(2) (ocupantes)	Capacidad (l)
Papel / cartón	10.85	8	86.80
Envases ligeros	7.80	8	62.40
Materia orgánica	3.00	8	45.00
Vidrio	3.36	8	45.00
Varios	10.50	8	84.00
Capacidad mínima total			323.20
Notas:			
(1) CA, coeficiente de almacenamiento (l/persona), cuyo valor para cada fracción se obtiene de la tabla 2.3 del DB HS 2.			
(2) Pv, 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.			

4.4.3 HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

1.- ABERTURAS DE VENTILACIÓN

1.1.- Viviendas

1.1.1.- Ventilación mecánica

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)
Zona de Estar (Salón / Comedor)	Seco	27.1	8	24.0	24.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						A	4.0	16.0	96.0	800x80x12
						P	24.0	192.0	90.0	Holgura
Salón-Comedor (Salón / Comedor)	Seco	27.1	8	24.0	24.0	A	24.0	96.0	96.0	800x80x12
									96.0	800x80x12
									96.0	800x80x12
						P	24.0	192.0	196.9	Holgura
Cocina (Cocina)	Húmedo	17.0	-	34.0	34.0	A	1.0	3.9	96.0	800x80x12



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

						P	33.0	264.0	107.0	Holgura
									145.0	725x20x82
									145.0	725x20x82
						E	17.0	135.9	122.7	Ø 125
						E	17.0	135.9	122.7	Ø 125
Aseo (Baño / Aseo)	Húmedo	2.7	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	82.5	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	15.0	60.0	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 Bajo Cubierta)

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 1 (Dormitorio)	Seco	10.7	2	10.0	15.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						A	5.0	20.0	96.0	800x80x12
						P	15.0	120.0	82.5	Holgura
								145.0	725x20x82	
Dormitorio 2 (Dormitorio)	Seco	15.0	2	10.0	15.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12
						A	5.0	20.0	96.0	800x80x12
						P	15.0	120.0	82.5	Holgura
								145.0	725x20x82	
Baño 2 (Baño / Aseo)	Húmedo	5.9	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	82.5	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	15.0	60.0	225.0	150x33x150
Baño 1 (Baño / Aseo)	Húmedo	4.8	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	82.5	Holgura
									145.0	725x20x82
						E	15.0	60.0	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 Bajo Cubierta)



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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 3 (Dormitorio)	Seco	15.0	2	10.0	15.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12			
						A	5.0	20.0	96.0	800x80x12			
						P	15.0	120.0	81.5	Holgura			
									145.0	725x20x82			
Dormitorio 4 (Dormitorio)	Seco	18.2	2	10.0	15.0	A	10.0	40.0	96.0	800x80x12			
						A	5.0	20.0	96.0	800x80x12			
						P	15.0	120.0	82.5	Holgura			
									145.0	725x20x82			
Baño 3 (Baño / Aseo)	Húmedo	5.9	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	82.5	Holgura			
									E	15.0	60.0	225.0	150x33x150
Baño 4 (Baño / Aseo)	Húmedo	5.6	-	15.0	15.0	P	15.0	120.0	82.5	Holgura			
									E	15.0	60.0	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.							

1.2.- Garajes

1.2.1.- Ventilación mecánica

1.2.1.1.- Rejillas de extracción mecánica

Cálculo de las aberturas de ventilación										
Local	Au (m ²)	qv (l/s)	qe (l/s)	Amin (cm ²)	Aberturas de ventilación					
					Núm.	Tab	qa (l/s)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)	
Garaje	27.9	300.0	300.0	600.0	2	E	150.0	600.0	-	
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.				

1.2.1.2.- Aberturas de admisión



Cálculo de las aberturas de ventilación									
Local	Au (m ²)	qv (l/s)	qe (l/s)	Amin (cm ²)	Aberturas de ventilación				
					Núm.	Tab	qa (l/s)	Areal (cm ²)	Dimensiones (mm)
Garaje	27.9	240.0	240.0	1920.0	2	A	318.1	2544.6	-
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.			

2.- CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

2.1.- Viviendas

2.1.1.- Ventilación mecánica

2.1.1.1.- 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	64.0	159.9	176.7	150	15.0	3.6	0.1	0.1	0.025
1.1 - 1.2	49.0	122.4	143.1	135	13.5	3.4	4.3	4.3	0.795
1.2 - 1.3	34.0	84.9	122.7	125	12.5	2.8	2.5	2.5	0.339
1.2 - 1.4	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	8.5	8.5	0.765
1.1 - 1.5	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	1.4	1.4	0.128
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	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	0.1	0.1	0.013



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	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	0.1	0.1	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				

4-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.)
4-VEM - 4.1	15.0	37.5	78.5	100	10.0	1.9	0.1	0.1	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				

3.- ASPIRADORES HÍBRIDOS, ASPIRADORES MECÁNICOS Y EXTRACTORES

3.1.- Viviendas

3.1.1.- Ventilación mecánica

Cálculo de aspiradores		
Referencia	Caudal (l/s)	Presión (mm.c.a.)
1-VEM	64.0	2.604
2-VEM	15.0	1.032
3-VEM	15.0	1.031
4-VEM	15.0	1.031



4.4.4 HS 4: SUMINISTRO DE AGUA

1.- ACOMETIDAS

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	Lr (m)	Lt (m)	Qb (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	Dint (mm)	Dcom (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	Pent (m.c.a.)	Psal (m.c.a.)
1-2	1.28	1.54	11.34	0.32	3.61	0.30	28.00	32.00	1.63	0.18	39.50	39.02
Abreviaturas utilizadas												
Lr	Longitud medida sobre planos						Dint	Diámetro interior				
Lt	Longitud total de cálculo (Lr + Leq)						Dcom	Diámetro comercial				
Qb	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Qb x K)						Pent	Presión de entrada				
h	Desnivel						Psal	Presión de salida				

2.- TUBOS DE ALIMENTACIÓN

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	Lr (m)	Lt (m)	Qb (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	Dint (mm)	Dcom (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	Pent (m.c.a.)	Psal (m.c.a.)
2-3	7.57	9.09	11.34	0.32	3.61	-0.30	27.30	25.00	1.71	1.22	35.02	33.60
Abreviaturas utilizadas												
Lr	Longitud medida sobre planos						Dint	Diámetro interior				
Lt	Longitud total de cálculo (Lr + Leq)						Dcom	Diámetro comercial				
Qb	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Qb x K)						Pent	Presión de entrada				
h	Desnivel						Psal	Presión de salida				

3.- INSTALACIONES PARTICULARES

3.1.- Instalaciones particulares

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	Ttub	Lr (m)	Lt (m)	Qb (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	Dint (mm)	Dcom (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	Pent (m.c.a.)	Psal (m.c.a.)
3-4	Inst. interior (F)	1.67	2.00	11.34	0.32	3.61	0.00	20.40	25.00	3.07	1.10	33.60	32.50



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

4-5	Inst. interior (F)	1.39	1.66	5.60	0.44	2.49	1.30	16.20	20.00	3.36	1.44	32.50	29.76
5-6	Inst. interior (C)	2.98	3.58	5.60	0.44	2.49	-1.30	16.20	20.00	3.36	3.10	28.76	26.96
6-7	Inst. interior (C)	2.07	2.48	5.13	0.46	2.38	0.00	16.20	20.00	3.20	1.97	26.96	25.00
7-8	Inst. interior (C)	5.78	6.94	4.54	0.49	2.22	0.00	16.20	20.00	2.99	4.84	25.00	20.15
8-9	Inst. interior (C)	8.62	10.35	1.55	0.76	1.18	2.83	16.20	20.00	1.58	2.22	20.15	15.10
9-10	Inst. interior (C)	16.15	19.39	0.77	0.94	0.73	0.00	16.20	20.00	0.98	1.73	15.10	12.87
10-11	Cuarto húmedo(C)	0.18	0.21	0.77	0.94	0.73	0.00	16.20	20.00	0.98	0.02	12.87	12.85
11-12	Puntal (C)	3.44	4.13	0.54	1.00	0.54	0.70	16.20	20.00	0.73	0.22	12.85	11.93
Abreviaturas utilizadas													
Ttub	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)						Dint	Diámetro interior					
Lr	Longitud medida sobre planos						Dom	Diámetro comercial					
Lt	Longitud total de cálculo (Lr + Leq)						v	Velocidad					
Qb	Caudal bruto						J	Pérdida de carga del tramo					
K	Coeficiente de simultaneidad						Pent	Presión de entrada					
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Qb x K)						Psal	Presión de salida					
h	Desnivel												
Instalación interior: Unifamiliar (Vivienda)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Bap): Bañera de menos de 1,40 m													

3.2.- Producción de A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Qcal (m³/h)
Unifamiliar	Caldera a gas para calefacción y ACS	2.49
Abreviaturas utilizadas		
Qcal	Caudal de cálculo	

3.3.- Bombas de circulación

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación				
Ref	Descripción	Qcal (m³/h)	Pcal (m.c.a.)	
	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	0.36	0.63	
Abreviaturas utilizadas				
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación		Pcal	Presión de cálculo
Qcal	Caudal de cálculo			

4.- 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 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 16 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 29 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., empotrada en paramento, 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 19,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, 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 13,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.

4.4.5 HS 5: EVACUACIÓN DE AGUAS

1.- RED DE AGUAS RESIDUALES

Acometida 1

Red de pequeña evacuación												
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	Dmin (mm)	Cálculo hidráulico							
					Qb (m ³ /h)	K	Qs (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	Dint (mm)	Dcom (mm)	
6-7	3.49	2.00	-	40	1.69	1.00	1.69	-	-	34	40	
8-9	1.09	1.00	8.00	110	13.54	0.71	9.57	41.50	0.80	104	110	
9-10	1.02	2.30	4.00	75	6.77	1.00	6.77	49.80	1.01	69	75	
10-11	1.07	2.40	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32	
10-12	1.29	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40	
9-13	0.30	16.19	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110	



16-17	0.82	2.30	4.00	75	6.77	1.00	6.77	49.80	1.01	69	75
17-18	0.52	4.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
17-19	1.09	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
16-20	1.00	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
Dmin	Diámetro nominal mínimo					Dint	Diámetro interior comercial				
Qb	Caudal bruto					Dcom	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										

Acometida 1

Bajantes											
Ref.	L (m)	UDs	Dmin (mm)	Cálculo hidráulico							
				Qb (m ³ /h)	K	Qs (m ³ /h)	r	Dint (mm)	Dcom (mm)		
6-8	2.83	8.00	110	13.54	0.71	9.57	0.135	104	110		
15-16	2.83	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					Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)				
UDs	Unidades de desagüe					r	Nivel de llenado				
Dmin	Diámetro nominal mínimo					Dint	Diámetro interior comercial				
Qb	Caudal bruto					Dcom	Diámetro comercial				

Acometida 1

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	Dmin (mm)	Cálculo hidráulico						
					Qb (m ³ /h)	K	Qs (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	Dint (mm)	Dcom (mm)
1-2	3.55	2.00	16.00	160	28.76	0.48	13.80	24.55	1.11	152	160
2-3	6.64	2.00	16.00	160	28.76	0.48	13.80	24.21	1.11	154	160
3-4	4.70	2.00	16.00	160	28.76	0.48	13.80	24.21	1.11	154	160
4-5	9.15	2.00	8.00	160	15.23	0.74	11.26	21.87	1.04	154	160
5-6	1.32	1.00	8.00	110	15.23	0.74	11.26	45.46	0.84	104	110
4-15	3.91	1.00	8.00	110	13.54	0.71	9.57	41.50	0.80	104	110
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos					Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)				
i	Pendiente					Y/D	Nivel de llenado				
UDs	Unidades de desagüe					v	Velocidad				
Dmin	Diámetro nominal mínimo					Dint	Diámetro interior comercial				
Qb	Caudal bruto					Dcom	Diámetro comercial				
K	Coeficiente de simultaneidad										



Acometida 1

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	Dsal (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
2	3.55	2.00	160	60x60x50 cm
3	6.64	2.00	160	125x125x145 cm
4	4.70	2.00	160	125x125x135 cm
5	9.15	2.00	160	100x100x115 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	Referencia en planos	ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas	Dsal	Diámetro del colector de salida

Acometida 3

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	Dmin (mm)	Cálculo hidráulico						
					Qb (m ³ /h)	K	Qs (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	Dint (mm)	Dcom (mm)
48-49	0.12	165.02	-	40	1.69	1.00	1.69	-	-	34	40
51-52	0.93	2.00	2.00	75	3.38	1.00	3.38	35.23	0.80	69	75
52-53	0.62	2.71	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
52-54	0.83	2.00	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
51-55	0.44	7.95	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
59-60	0.36	5.15	6.00	75	10.15	1.00	10.15	49.87	1.51	69	75
60-61	0.42	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
60-62	0.33	2.57	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
63-64	1.08	1.00	8.00	110	13.54	0.58	7.82	37.16	0.76	104	110
64-65	1.10	2.00	4.00	75	6.77	0.71	4.79	42.52	0.88	69	75
65-66	1.31	2.18	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
65-67	0.74	3.87	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
65-68	1.43	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
64-69	0.52	9.78	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110
71-72	1.04	3.45	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
71-73	0.72	1.85	6.00	90	10.15	1.00	10.15	49.87	1.03	84	90
73-74	0.70	3.23	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
73-75	1.13	2.00	3.00	40	5.08	1.00	5.08	-	-	34	40
77-78	1.67	1.00	3.00	90	5.08	1.00	5.08	40.10	0.69	84	90
78-79	0.85	2.36	1.00	32	1.69	1.00	1.69	-	-	26	32
78-80	1.00	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
77-81	0.66	2.00	4.00	110	6.77	1.00	6.77	-	-	104	110



Abreviaturas utilizadas			
L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
Dmin	Diámetro nominal mínimo	Dint	Diámetro interior comercial
Qb	Caudal bruto	Dcom	Diámetro comercial
K	Coefficiente de simultaneidad		

Acometida 3

Bajantes									
Ref.	L (m)	UDs	Dmin (mm)	Cálculo hidráulico					
				Qb (m ³ /h)	K	Qs (m ³ /h)	r	Dint (mm)	Dcom (mm)
59-63	2.83	8.00	110	13.54	0.58	7.82	0.120	104	110
76-77	2.83	7.00	110	11.84	0.71	8.37	0.125	104	110

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	Referencia en planos	K	Coefficiente de simultaneidad
L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)
UDs	Unidades de desagüe	r	Nivel de llenado
Dmin	Diámetro nominal mínimo	Dint	Diámetro interior comercial
Qb	Caudal bruto	Dcom	Diámetro comercial

Acometida 3

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	Dmin (mm)	Cálculo hidráulico						
					Qb (m ³ /h)	K	Qs (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	Dint (mm)	Dcom (mm)
45-46	3.54	2.00	36.00	160	62.60	0.29	17.97	28.07	1.20	152	160
46-47	3.42	2.00	6.00	160	11.84	0.75	8.87	19.43	0.97	154	160
47-48	1.80	2.00	-	50	1.69	1.00	1.69	46.54	0.68	44	50
47-50	1.57	23.61	6.00	160	10.15	0.71	7.18	9.67	2.17	154	160
50-51	1.25	16.35	6.00	110	10.15	0.71	7.18	17.51	2.01	104	110
46-56	10.27	2.00	30.00	160	50.76	0.30	15.30	25.51	1.14	154	160
56-57	10.59	2.00	23.00	160	38.92	0.35	13.76	24.17	1.11	154	160
57-58	5.34	2.00	14.00	160	23.69	0.45	10.59	21.22	1.03	154	160
58-59	1.52	13.96	14.00	110	23.69	0.45	10.59	22.06	2.13	104	110
57-71	2.05	9.97	9.00	90	15.23	0.71	10.77	32.43	1.94	84	90
56-76	1.72	1.00	7.00	110	11.84	0.71	8.37	38.58	0.78	104	110

Abreviaturas utilizadas			
L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad (Qb x k)
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
Dmin	Diámetro nominal mínimo	Dint	Diámetro interior comercial
Qb	Caudal bruto	Dcom	Diámetro comercial
K	Coefficiente de simultaneidad		



Acometida 3

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	Dsal (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
46	3.54	2.00	160	125x125x130 cm
47	3.42	2.00	160	100x100x125 cm
48	1.80	2.00	50	100x100x120 cm
50	1.57	2.00	160	60x60x50 cm
56	10.27	2.00	160	100x100x110 cm
57	10.59	2.00	160	60x60x60 cm
58	5.34	2.00	160	60x60x50 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	Referencia en planos	ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas	Dsal	Diámetro del colector de salida

2.- RED DE AGUAS PLUVIALES**Acometida 2**

Canalones								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	Dmin (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
28-29	3.94	0.56	8.29	125	90.00	1.00	-	-
28-30	12.15	1.72	0.50	125	90.00	1.00	-	-
31-32	24.52	6.00	0.50	125	90.00	1.00	-	-
36-37	54.95	7.78	0.50	125	90.00	1.00	-	-

Abreviaturas utilizadas			
A	Área de descarga al canalón	I	Intensidad pluviométrica
L	Longitud medida sobre planos	C	Coefficiente de escorrentía
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
Dmin	Diámetro nominal mínimo	v	Velocidad

Acometida 2

Sumideros									
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	UDs	Dmin (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
								Y/D (%)	v (m/s)
25-26	15.65	0.26	2.00	-	40	90.00	1.00	-	-
39-40	15.65	0.44	2.00	-	40	90.00	1.00	-	-



Abreviaturas utilizadas			
A	Área de descarga al sumidero	I	Intensidad pluviométrica
L	Longitud medida sobre planos	C	Coefficiente de escorrentía
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
Dmin	Diámetro nominal mínimo		

Acometida 2

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m ²)	Dmin (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m ³ /h)	f	Dint (mm)	Dcom (mm)
24-25	40.62	80	90.00	1.00	5.35	0.155	77	80
27-28	16.10	80	90.00	1.00	1.45	0.071	77	80
25-31	24.52	80	90.00	1.00	2.21	0.091	77	80
34-35	54.95	80	90.00	1.00	4.95	0.148	77	80
35-36	54.95	80	90.00	1.00	4.95	0.148	77	80
38-39	24.82	80	90.00	1.00	3.93	0.128	77	80
39-41	24.82	80	90.00	1.00	2.23	0.092	77	80

Abreviaturas utilizadas			
A	Área de descarga a la bajante	Q	Caudal
Dmin	Diámetro nominal mínimo	f	Nivel de llenado
I	Intensidad pluviométrica	Dint	Diámetro interior comercial
C	Coefficiente de escorrentía	Dcom	Diámetro comercial

Acometida 2

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	Dmin (mm)	Qc (m ³ /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	Dint (mm)	Dcom (mm)
22-23	4.37	2.00	160	16.81	27.13	1.17	152	160
23-24	11.87	3.54	160	10.29	18.17	1.24	154	160
25-27	0.10	2.37	160	1.45	7.81	0.60	154	160
24-33	10.31	2.00	160	4.95	14.61	0.82	154	160
33-34	0.26	78.36	160	4.95	6.11	2.95	154	160
23-38	0.30	317.86	160	3.93	3.95	4.47	154	160
23-42	0.11	2.00	160	2.59	10.71	0.67	154	160
42-43	22.57	4.59	110	2.59	14.91	0.95	102	100
43-44	6.19	4.59	110	0.56	7.17	0.60	102	100

Abreviaturas utilizadas			
L	Longitud medida sobre planos	Y/D	Nivel de llenado
i	Pendiente	v	Velocidad
Dmin	Diámetro nominal mínimo	Dint	Diámetro interior comercial
Qc	Caudal calculado con simultaneidad	Dcom	Diámetro comercial



Acometida 2

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	Dsal (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
23	4.37	2.00	160	125x125x150 cm
24	11.87	2.00	160	60x60x70 cm
33	10.31	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos	ic	Pendiente del colector	
Ltr	Longitud entre arquetas	Dsal	Diámetro del colector de salida	

Acometida 4

Canalones								
Tramo	A (m ²)	L (m)	i (%)	Dmin (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
92-93	22.33	4.85	0.50	125	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			
Dmin	Diámetro nominal mínimo			v	Velocidad			

Acometida 4

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m ²)	Dmin (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m ³ /h)	f	Dint (mm)	Dcom (mm)
90-91	22.33	80	90.00	1.00	2.01	0.086	77	80
91-92	22.33	80	90.00	1.00	2.01	0.086	77	80
94-95	22.33	80	90.00	1.00	2.01	0.086	77	80
95-96	22.33	80	90.00	1.00	2.01	0.086	77	80
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
Dmin	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			Dint	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			Dcom	Diámetro comercial			

Acometida 4

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	Dmin (mm)	Qc (m ³ /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	Dint (mm)	Dcom (mm)
83-84	3.24	2.00	160	6.63	17.08	0.89	152	160
84-85	8.73	2.00	160	6.63	16.85	0.89	154	160
85-86	9.38	2.00	160	4.62	14.14	0.80	154	160
86-87	0.15	2.00	160	2.61	10.75	0.68	154	160
87-88	10.12	3.74	110	0.91	9.50	0.65	102	100
87-89	18.90	2.00	110	1.70	14.88	0.63	102	100
86-90	0.21	93.97	160	2.01	3.84	2.39	154	160
85-94	0.09	224.58	160	2.01	3.13	3.23	154	160

Abreviaturas utilizadas			
L	Longitud medida sobre planos	Y/D	Nivel de llenado
i	Pendiente	v	Velocidad
Dmin	Diámetro nominal mínimo	Dint	Diámetro interior comercial
Qc	Caudal calculado con simultaneidad	Dcom	Diámetro comercial

Acometida 4

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	Dsal (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
84	3.24	2.00	160	80x80x95 cm
85	8.73	2.00	160	60x60x75 cm
86	9.38	2.00	160	60x60x55 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	Referencia en planos	ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas	Dsal	Diámetro del colector de salida

***Aclaración:** Teniendo en cuenta los datos obtenidos a través del programa informático "Cype", con respecto a las dimensiones de las arquetas; tanto para el caso de pluviales como para facales, se ha decidido contrastar dicha información con personal cualificado y con gran experiencia en el sector.

Una vez consultados estos datos, se decide obviar los resultados obtenidos con el programa y tomar como dimensiones de las arquetas las siguientes, por ser excesivas las calculadas por medio de la herramienta informática.

- Arquetas residuales: 60x60x60 cm
- Arquetas pluviales: 50x50x50 cm



4.5 ANEJO 5: DB-HR: PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN GENERAL DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

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
Muro de mampostería interior 60 cm	m (kg/m ²)= 1560.0 RA (dBA) = 39.0	≥ 33
Muro de mampostería interior 69 cm	m (kg/m ²)= 1802.3 RA (dBA) = 79.0	≥ 33
Particion de vidrio	m (kg/m ²)= 44.0 RA (dBA) = 39.0	≥ 33
Tabique PYL 100/600(70) LM	m (kg/m ²)= 26.6 RA (dBA) = 45.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con revestimiento	m (kg/m ²)= 112.4 RA (dBA) = 37.7	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 93.4 RA (dBA) = 52.9	≥ 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			
Puerta o ventana		No procede			
Cerramiento		No procede			
De instalaciones		Elemento base	M (kg/m ²)= 1802	DnT,A = 75 dBA ≥ 55 dBA	
		Muro de mampostería interior 69 cm	RA (dBA)= 79.0		
	Trasdosado	ΔRA(dBA)= 0			
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)	Habitable	Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
De instalaciones	Habitable	Elemento base Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 93.4 RA (dBA)= 35.9	DnT,A = 51 dBA ≥ 45 dBA
		Trasdosado Trasdosado directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	$\Delta RA(dBA)= 17$	
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)	Habitable	Puerta o ventana		No procede
		Cerramiento		No procede
De actividad	Habitable	Elemento base		No procede
		Trasdosado		
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)	Habitable	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 o sanitario

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



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
		Forjado Forjado sanitario tipo caviti	m (kg/m ²)= 1024.0 L _{n,w} (dB)= 58.6	L'nT,w = 13 dB ≤ 60 dB
		Suelo flotante Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	ΔL _w (dB)= 33	
		Techo suspendido	ΔL _w (dB)= 0	
De actividad		Forjado		
		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		
		Forjado Forjado sanitario tipo caviti	m (kg/m ²)= 1024.0 L _{n,w} (dB)= 58.6	L'nT,w = 29 dB ≤ 60 dB
		Suelo flotante Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	ΔL _w (dB)= 33	
		Techo suspendido	ΔL _w (dB)= 0	
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
Ld= 60dBA	Protegido (Dormitorio)	Parte ciega: -Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Revestimiento de teja cerámica (Cubierta Tipo Thermochip) - Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes Huecos: -Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "control glass acústico y solar", sonor 8+8/16/6+6 low.s laminar	$D_{2m,nT,Atr} = 31 \text{ dBA} \geq 30 \text{ dBA}$

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 interior entre de separación verticales	De instalaciones	Protegido	Planta baja	Salón-Comedor(Salón/Comedor)
	De instalaciones	Habitable	Planta baja	Aseo (Baño / Aseo)
Ruido de impactos en de separación horizontales	De instalaciones	Protegido	Planta baja	Salón-Comedor(Salón/Comedor)
	De instalaciones	Habitable	Planta baja	Aseo (Baño / Aseo)
Ruido aéreo exterior en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior		Protegido	Planta Bajo Cubierta	Dormitorio 3 (Dormitorio)

4.6 ANEJO 6: DB-HE: AHORRO DE ENERGÍA

4.6.1 HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.- RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1.1.- Consumo energético anual por superficie útil de energía primaria no renovable.

$$Cep,edificio = 43.61 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{-año}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 57.65 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{-año})$$



donde:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

- $C_{ep,edificio}$: Valor calculado del consumo energético de energía primaria no renovable, kWh/(m²·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/(m²·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/(m²·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, 196.06 m².

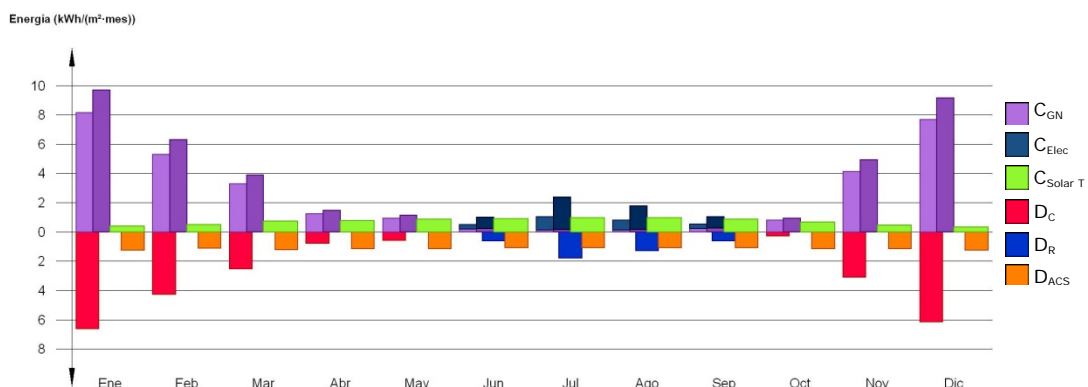
1.2.- Resultados mensuales.

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 (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))	
EDIFICIO (S_U = 196.06 m²; V = 579.6 m³)															
Demanda energética	C	1299.9	837.9	496.2	151.1	111.2	--	--	--	--	50.9	609.2	1207.9	4764.3	24.3
	R	--	--	--	--	--	121.4	352.1	254.0	121.5	--	--	--	848.9	4.3
	ACS	244.0	215.8	238.9	225.3	227.8	210.7	212.7	212.7	210.7	223.8	226.4	244.0	2692.9	13.7
	TOTAL	1543.9	1053.8	735.1	376.4	339.0	332.1	564.7	466.7	332.2	274.7	835.6	1451.9	8306.1	42.4
Solar térmica	EAACS	77.4	96.9	146.1	152.7	169.8	177.0	188.1	187.9	169.1	132.2	90.5	67.3	1655.1	8.4
	EF	77.4	96.9	146.1	152.7	169.8	177.0	188.1	187.9	169.1	132.2	90.5	67.3	1655.1	8.4
	%DACS	31.7	44.9	61.2	67.8	74.5	84.0	88.4	88.4	80.2	59.1	40.0	27.6	62.4	
Gas natural (f_{cep} = 1.19)	EAC	1299.9	837.9	496.2	151.1	111.2	--	--	--	--	50.9	609.2	1207.9	4764.3	24.3
	EAACS	166.6	118.9	92.8	72.6	58.0	33.7	24.6	24.8	41.6	91.6	135.9	176.7	1037.8	5.3
	EF	1594.0	1040.0	640.2	243.1	183.9	36.7	26.7	26.9	45.3	154.8	809.9	1505.0	6306.6	32.2
	EPren	8.0	5.2	3.2	1.2	0.9	0.2	0.1	0.1	0.2	0.8	4.0	7.5	31.5	0.2
	EPnr	1896.8	1237.6	761.9	289.3	218.9	43.6	31.8	32.0	53.9	184.2	963.8	1790.9	7504.8	38.3
Electricidad (f_{cep} = 2.461)	EAR	--	--	--	--	--	121.4	352.1	254.0	121.5	--	--	--	848.9	4.3
	EF	--	--	--	--	--	60.7	176.0	127.0	60.7	--	--	--	424.5	2.2
	EPren	--	--	--	--	--	19.8	57.4	41.4	19.8	--	--	--	138.4	0.7
	EPnr	--	--	--	--	--	149.4	433.2	312.6	149.5	--	--	--	1044.6	5.3
Cef,total	1671.4	1137.0	786.4	395.8	353.7	274.3	390.9	341.9	275.1	287.1	900.4	1572.3	8386.1	42.8	
Cep,ren	85.4	102.1	149.3	154.0	170.7	196.9	245.6	229.5	189.1	133.0	94.5	74.8	1825.0	9.3	
Cep,nr	1896.8	1237.6	761.9	289.3	218.9	193.0	465.0	344.6	203.3	184.2	963.8	1790.9	8549.4	43.6	

donde:

- S_U: Superficie habitable del edificio, m².
V: Volumen neto habitable del edificio, m³.
DC: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de calefacción, kWh.
DR: Demanda de energía útil correspondiente al servicio de refrigeración, kWh.
DACS: 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.
EPren: Consumo energético de energía primaria de origen renovable, kWh.
EPnr: 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.
Cef,total: Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m²-año).
Cep,ren: Consumo energético total de energía primaria de origen renovable, kWh/(m²-año).
Cep,nr: Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m²-año).

2.- MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO.

2.1.- Zonificación climática

El edificio objeto del proyecto se sitúa en el municipio de **Tui (provincia de Pontevedra)**, con una altura sobre el nivel del mar de **50 m**. Le corresponde, conforme al Apéndice B de CTE DB HE 1, la zona climática **C1**.

La pertenencia a dicha zona climática define las **solicitudes exteriores** para el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración conforme a la



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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.

2.2.- 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.

2.2.1.- 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	Su (m ²)	Dcal		Dref	
		(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))	(kWh/año)	(kWh/(m ² ·a))
Vivienda unifamiliar	196.06	4764.3	24.3	848.9	4.3
	196.06	4764.3	24.3	848.9	4.3

donde:

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).

2.2.2.- Demanda energética de ACS.

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	11.6	12.6	12.6	13.8	14.8	16.8	17.8	17.8	16.8	15.6	13.6	11.6

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	196.06	2692.9	13.7	62.4	1012.7	5.2
	140.0	196.06	2692.9	13.7	62.4	1012.7	5.2

donde:

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).

2.3.- Descripción de los sistemas de aporte del edificio.

Sistema de referencia	Tipo	Energía	Cap _{n,C} (kW)	Cap _{n,R} (kW)	S _u (m ²)	C _{ef}		P _{mo} (W/m ²)	REA	K _e	REAc
						(kWh /año)	(kWh/ m ² ·a)				
Equipo para calefacción y ACS	C+ACS	Gas natural	?	--	196.06	6306.6	32.2	3.7	0.92	1	0.92
Equipo para refrigeración	R	Electricidad	--	?	196.06	424.5	2.2	5.3	2.00	3.1814	0.63
			?	?	196.06	6731.0	34.3		0.99		0.87

donde:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Tipo:	Servicios abastecidos por el equipo técnico (C=Calefacción, R=Refrigeración, ACS= Agua caliente)
Energía:	Vector energético principal utilizado por el equipo técnico.
Capn,C:	Capacidad calorífica nominal total del equipo técnico, kW.
Capn,R:	Capacidad frigorífica nominal total del equipo técnico, kW.
Su:	Superficie útil habitable acondicionada asociada al equipo técnico, m ² .
Cef:	Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m ² ·año).
Pmo:	Potencia media operacional del equipo técnico, W/m ² .
REA:	Rendimiento estacional anual del equipo técnico.
Ke:	Coefficiente de emisiones del vector energético.
REAc:	Rendimiento estacional anual corregido del equipo técnico.

2.4.- 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	Cef,total		fcep	Cep,nr	
	(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))		(kWh /año)	(kWh/ (m ² ·a))
Gas natural	6306.6	32.2	1.19	7504.8	38.3
Electricidad	424.5	2.2	2.461	1044.6	5.3

donde:

Cef,total:	Consumo energético total de energía en punto de consumo, kWh/(m ² ·año).
fcep:	Factor de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables.
Cep,nr:	Consumo energético total de energía primaria de origen no renovable, kWh/(m ² ·año).

2.5.- 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;
- La contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela del edificio.

4.6.2 HE 1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

FICHAS JUSTIFICATIVAS DEL CUMPLIMIENTO DEL DB HE 1 POR LA OPCIÓN SIMPLIFICADA: LIMITACIÓN DE LA DEMANDA DENERGÉTICA

Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	C1	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Muros (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	13.78	0.30	4.17	$\Sigma A = 53.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 16.24 \text{ W/K}$
	P.T. Dintel: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.98	0.50	0.49	
	P.T. Jambas: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	1.42	0.50	0.71	
	P.T. Alféizar: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.98	0.50	0.49	
	Muro mampostería 69 cm - Trasdoso	31.72	0.27	8.52	



	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado (b = 0.72)	3.62	0.39	1.41	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Muro mampostería 69 cm	0.23	0.50	0.11	
	P.T. Jambas: Muro mampostería 69 cm	0.44	0.50	0.22	
	P.T. Alféizar: Muro mampostería 69 cm	0.23	0.50	0.11	
E	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado (b = 0.81)	10.20	0.44	4.47	$\Sigma A = 62.14 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 26.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.43 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Particion de vidrio (b = 0.81)	2.99	1.82	5.45	
	Muro de mampostería interior 69 cm (b = 0.72)	4.65	0.60	2.81	
	Muro mampostería 40 cm - Trasdoso	2.41	0.28	0.67	
	Muro mampostería 50 cm - Trasdoso	8.07	0.27	2.21	
	P.T. Dintel: Muro mampostería 50 cm	0.47	0.50	0.23	
	P.T. Jambas: Muro mampostería 50 cm	0.65	0.50	0.33	
	P.T. Alféizar: Muro mampostería 50 cm	0.47	0.50	0.23	
	Muro mampostería 69 cm - Trasdoso	11.98	0.27	3.22	
	P.T. Dintel: Muro mampostería 69 cm	0.19	0.50	0.09	
	P.T. Jambas: Muro mampostería 69 cm	0.24	0.50	0.12	
	P.T. Alféizar: Muro mampostería 69 cm	0.19	0.50	0.09	
	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	16.60	0.30	5.02	
	P.T. Dintel: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.84	0.50	0.42	
P.T. Jambas: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	1.36	0.50	0.68		
P.T. Alféizar: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.84	0.50	0.42		
O	Muro mampostería 69 cm - Trasdoso	37.96	0.27	10.20	$\Sigma A = 59.85 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 17.21 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Muro mampostería 69 cm	0.58	0.50	0.29	
	P.T. Jambas: Muro mampostería 69 cm	0.85	0.50	0.43	
	P.T. Alféizar: Muro mampostería 69 cm	0.58	0.50	0.29	



	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	19.88	0.30	6.01	
S	Muro mampostería 60 cm - Trasdoso	33.96	0.27	9.20	$\Sigma A = 46.41 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 13.14 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Muro mampostería 60 cm	0.10	0.50	0.05	
	P.T. Jambas: Muro mampostería 60 cm	0.19	0.50	0.10	
	P.T. Alféizar: Muro mampostería 60 cm	0.10	0.50	0.05	
	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	11.58	0.30	3.50	
	P.T. Dintel: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.11	0.50	0.06	
	P.T. Jambas: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.24	0.50	0.12	
	P.T. Alféizar: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.11	0.50	0.06	
SE					$\Sigma A = \text{[]}$ $\Sigma A \cdot U = \text{[]}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[]}$
SO	Muro mampostería 60 cm - Trasdoso	21.34	0.27	5.78	$\Sigma A = 43.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.69 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	22.32	0.30	6.75	
	P.T. Dintel: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.10	0.50	0.05	
	P.T. Jambas: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.12	0.50	0.06	
	P.T. Alféizar: Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo	0.10	0.50	0.05	
C-TER					$\Sigma A = \text{[]}$ $\Sigma A \cdot U = \text{[]}$ $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[]}$



Suelos (USm)				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario tipo caviti (B' = 3.6 m)	27.05	0.21	5.55	$\Sigma A = 115.25 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.39 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$
Forjado sanitario tipo caviti (B' = 4.1 m)	27.08	0.20	5.46	
Forjado sanitario tipo caviti - Tarimado zonas húmedas (B' = 4.1 m)	19.70	0.20	3.92	
Forjado sanitario tipo caviti - Tarimado zonas no húmedas (B' = 4.1 m)	7.38	0.20	1.46	
Forjado sanitario tipo caviti - Tarimado zonas húmedas (B' = 3.6 m)	8.05	0.20	1.63	
Forjado Panel sandwich Thermochip - Tarimado zonas no húmedas (b = 0.81)	16.10	0.28	4.56	
Forjado Panel sandwich Thermochip - Tarimado zonas húmedas (b = 0.81)	9.88	0.28	2.81	

Cubiertas y lucernarios (UCm, FLm)				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Porche (Forjado Panel sandwich Thermochip)	18.11	0.21	3.83	$\Sigma A = 129.06 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.74 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Revestimiento de teja cerámica (Cubierta Tipo Thermochip)	110.95	0.19	20.91	

Tipos	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A = \text{[]}$ $\Sigma A \cdot F = \text{[]}$ $F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = \text{[]}$

Huecos (UHm, FHm)					
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	2.75	1.40	3.85	$\Sigma A = 25.12 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 36.64 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.46 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	5.75	1.29	7.42	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	4.12	1.65	6.81	



Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	2.09	2.16	4.51
Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	2.34	1.42	3.32
Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	4.73	1.31	6.20
Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	3.33	1.36	4.53

Tipos		A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados
E	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	9.56	1.31	0.56	12.53	5.35	$\Sigma A = 28.13 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 41.93 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 14.86 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.49 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.53$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	6.45	1.64	0.50	10.58	3.23	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	1.29	1.38	0.55	1.78	0.71	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	2.04	2.14	0.42	4.37	0.86	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	5.25	1.30	0.56	6.83	2.94	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	2.45	1.43	0.54	3.50	1.32	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	1.08	2.17	0.42	2.34	0.45	



O	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	3.84	1.87	0.47	7.18	1.80	$\Sigma A = 5.88 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.25 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.68 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.08 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.46$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	0.99	2.84	0.44	2.81	0.44	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	1.04	2.16	0.42	2.26	0.44	
S	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	0.81	2.29	0.40	1.85	0.32	$\Sigma A = 1.95 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 4.28 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 0.81 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.19 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.42$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	1.14	2.13	0.43	2.43	0.49	
SE							$\Sigma A = \text{[]}$ $\Sigma A \cdot U = \text{[]}$ $\Sigma A \cdot F = \text{[]}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[]}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = \text{[]}$
SO	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", Sonor 3+3/14/6 LOW.S	1.08	2.13	0.43	2.30	0.46	$\Sigma A = 1.08 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 2.30 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 0.46 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 2.13 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.43$

Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	C1	Zona de baja carga interna <input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>
----------------	----	--	---

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx(proyecto)(1)}}$	$U_{\text{máx(2)}}$
Muros de fachada	0.30 W/m ² K	0.95 W/m ² K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	[]	0.95 W/m ² K



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	1.82 W/m ² K	0.95 W/m ² K
Suelos	0.28 W/m ² K	0.65 W/m ² K
Cubiertas	0.21 W/m ² K	0.53 W/m ² K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	2.84 W/m ² K	4.40 W/m ² K
Medianerías		1.00 W/m ² K

Particiones interiores (edificios de viviendas)(3)		1.20 W/m ² K
--	--	-------------------------

Muros de fachada			Huecos			
	U _{Mm(4)}	U _{Mlim(5)}	U _{Hm(4)}	U _{Hlim(5)}	F _{Hm(4)}	F _{Hlim(5)}
N	0.30 W/m ² K	< 0.73 W/m ² K	1.46 W/m ² K	< 2.90 W/m ² K		
E	0.43 W/m ² K	≤ 0.73 W/m ² K	1.49 W/m ² K	≤ 3.30 W/m ² K		
O	0.29 W/m ² K	≤ 0.73 W/m ² K	2.08 W/m ² K	≤ 4.40 W/m ² K		
S	0.28 W/m ² K	≤ 0.73 W/m ² K	2.19 W/m ² K	≤ 4.40 W/m ² K		
SE		< 0.73 W/m ² K		< 4.40 W/m ² K		
SO	0.29 W/m ² K	≤ 0.73 W/m ² K	2.13 W/m ² K	≤ 4.40 W/m ² K		

Cerr. contacto terreno		Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
U _{Tm(4)}	U _{Mlim(5)}	U _{Sm(4)}	U _{Slim(5)}	U _{Cm(4)}	U _{Clim(5)}	F _{Lm(4)}	F _{Llim(5)}
	≤ 0.73 W/m ² K	0.22 W/m ² K	≤ 0.50 W/m ² K	0.19 W/m ² K	≤ 0.41 W/m ² K		≤ 0.37

- (1) Umáx(proyecto) corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en el proyecto.
- (2) Umáx corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas, Umáx(proyecto) de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos												
Tipos	C.superficiales			C. intersticiales								
	fR _{si} ≥ fR _{smin}	P _n ≤ P _{sat,n}		Capa1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa6	Capa7	Capa8	Capa 9
Muro mampostería 60 cm - Trasdoso	fR _{si}	0.93	P _n	1285.31	1285.32	1285.32						
	fR _{smin}	0.41	P _{sat,n}	1277.19	2255.09	2285.97						
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', con trasdosado directo - Trasdoso directo de placas de yeso laminado, Calibel "ISOVER", con aislamiento incorporado	fR _{si}	0.92	P _n	909.51	921.79	936.53	948.81	1243.57	1253.39	1285.32		
	fR _{smin}	0.41	P _{sat,n}	1229.88	1231.14	1719.28	1720.97	1800.23	2257.77	2280.15		



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	fRsi	0.86	Pn	1072.44	1242.75	1264.04	1285.32						
	fRsmín	0.41	Psat,n	1354.98	2200.03	2230.23	2236.08						
Partición de vidrio	fRsi	0.44	Pn	1093.73	1093.73	1285.32							
	fRsmín	0.41	Psat,n	1498.69	1922.25	1942.14							
Muro mampostería 69 cm - Trasdoso	fRsi	0.93	Pn	1285.31	1285.32	1285.32							
	fRsmín	0.41	Psat,n	1284.13	2255.78	2286.41							
Muro de mampostería interior 69 cm	fRsi	0.79	Pn	902.14	902.14	1285.32							
	fRsmín	0.41	Psat,n	1342.04	1913.38	2182.23							
Muro mampostería 40 cm - Trasdoso	fRsi	0.93	Pn	1285.31	1285.32	1285.32							
	fRsmín	0.41	Psat,n	1261.47	2253.50	2284.98							
Muro mampostería 50 cm - Trasdoso	fRsi	0.93	Pn	1285.31	1285.32	1285.32							
	fRsmín	0.41	Psat,n	1269.39	2254.30	2285.48							
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Porche (Forjado Panel sandwich Thermochip)	fRsi	0.95	Pn	904.08	905.95	1228.64	1229.94	1281.57	1284.15	1284.41	1284.91	1285.32	
	fRsmín	0.41	Psat,n	1226.88	1236.18	1236.95	1250.64	1739.01	1776.09	1815.39	2286.70	2306.20	
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	fRsi	0.86	Pn	1283.95	1284.56	1285.17	1285.25	1285.32					
	fRsmín	0.41	Psat,n	1280.12	1356.57	2200.31	2230.44	2236.28					
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Revestimiento de teja cerámica (Cubierta Tipo Thermochip)	fRsi	0.95	Pn	1217.46	1219.85	1282.91	1284.18	1284.43	1284.92	1285.32			
	fRsmín	0.41	Psat,n	1235.44	1258.64	1814.31	1831.34	1867.23	2292.18	2309.56			
Forjado Panel sandwich Thermochip - Tarimado zonas no húmedas (Inferior)	fRsi	0.92	Pn	919.56	1267.91	1276.61	1285.32						
	fRsmín	0.41	Psat,n	1311.14	2183.84	2219.39	2255.45						
Forjado Panel sandwich Thermochip - Tarimado zonas húmedas (Inferior)	fRsi	0.92	Pn	918.80	1252.00	1260.33	1272.83	1285.32					
	fRsmín	0.41	Psat,n	1311.54	2188.94	2224.71	2250.38	2255.12					
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	fRsi	0.66	Pn										
	fRsmín	0.41	Psat,n										
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	fRsi	0.63	Pn										
	fRsmín	0.41	Psat,n										
Puente térmico entre cerramiento y forjado	fRsi	0.65	Pn										
	fRsmín	0.41	Psat,n										
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	fRsi	0.63	Pn										
	fRsmín	0.41	Psat,n										



4.6.3 HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

1.- EXIGENCIA BÁSICA HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.

2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Para el presente proyecto de ejecución es de aplicación el RITE, ya que las instalaciones térmicas del edificio son instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria) que están destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS TÉCNICAS DEL RITE

La justificación del cumplimiento de las Instrucciones Técnicas I.T.01 "Diseño y dimensionado", I.T.02 "Montaje", I.T.03 "Mantenimiento y uso" e I.T.04 "Inspecciones" se realiza en el apartado correspondiente a la justificación del cumplimiento del RITE.

4.6.4 HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

INFORMACIÓN RELATIVA AL EDIFICIO

Tipo de uso: Unifamiliar			
Potencia límite: 1000000.00 W/m ²			
Planta	Recinto	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.
		S(m ²)	P (W)
Planta baja	Instalaciones (Sala de máquinas)	3	8.00
Planta baja	Garaje (Garaje)	28	128.00
TOTAL		31	136.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: P_{tot}/S_{tot} (W/m ²): 4.42			

INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS



Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas										
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m ²										
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra		
Planta baja	Instalaciones (Sala de máquinas)	1	6	0.80	8.00	16.30	2.10	130.42	0.0	85.0

Aparcamientos												
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m ²												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas	Ángulo de sombra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m ²)	Em (lux)	UGR	Ra	T	Θ(°)		
Planta baja	Garaje (Garaje)	1	6	0.80	8.00	16.30	2.10	130.42	0.0	85.0	0.12	18.4

4.6.5 HE 4: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

1.- DATOS DE PARTIDA

1.1.- Descripción del edificio

Edificio situado en Tui, zona climática II según el apartado 4.2, 'Zonas climáticas', de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 14.74 MJ/m²).

Coordenadas geográficas:

Latitud	42° 3' 0" N
Longitud	8° 39' 0" O

La vivienda está compuesta por 4 dormitorios y tiene asignada una ocupación de 5 personas.



Los captadores se dispondrán sobre su correspondiente soporte orientados al S(186°).

1.2.- Condiciones climáticas

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	6.26	10	12
Febrero	9.11	11	13
Marzo	13.75	12	13
Abril	17.14	14	14
Mayo	20.77	16	15
Junio	24.23	19	17
Julio	24.34	21	18
Agosto	21.78	21	18
Septiembre	16.70	19	17
Octubre	10.44	16	16
Noviembre	6.77	13	14
Diciembre	5.18	11	12

1.3.- Condiciones de uso

Teniendo en cuenta el nivel de ocupación, se obtiene un valor medio de 28.0 l por persona y día, con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C. Como la temperatura de uso se considera de 45 °C, distinta de 60 °C, debe corregirse este consumo medio de tal forma que la demanda energética final del sistema, para cada mes, sea equivalente a la obtenida con el consumo definido a la temperatura de referencia.

Para la corrección se ha utilizado la siguiente expresión:

$$C_i(T) = C_i(60^\circ\text{C}) \times (60 - T / T - T_i)$$

donde:

$C_i(T)$: Consumo de agua caliente para el mes i a la temperatura T elegida;

$C_i(60^\circ\text{C})$: Consumo de agua caliente para el mes i a la temperatura de 60°C ;

T : Temperatura del acumulador final;

T_i : Temperatura media del agua fría en el mes i ;

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, se asume un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Número de dormitorios	4
Ocupación (Nº personas)	5
Consumo de referencia litros/día	140



A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m ³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	6.3	12	33	871.13
Febrero	100	5.7	13	32	770.58
Marzo	100	6.3	13	32	853.14
Abril	100	6.2	14	31	804.58
Mayo	100	6.5	15	30	813.41
Junio	100	6.4	17	28	752.35
Julio	100	6.7	18	27	759.43
Agosto	100	6.7	18	27	759.43
Septiembre	100	6.4	17	28	752.35
Octubre	100	6.6	16	29	799.16
Noviembre	100	6.2	14	31	808.20
Diciembre	100	6.3	12	33	871.13

La descripción de los valores mostrados, para cada columna, es la siguiente:

- Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo: Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \times N_{mes} (días) \times Q_{acs} \left(\frac{m^3}{día} \right)$$

- Temperatura de red: Temperatura de suministro de agua (valor mensual en °C).
- Demanda térmica: Expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

donde:

Qacs: Demanda de agua caliente (MJ).

ρ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m³).

C: Consumo (m³).

C_p: Calor específico del agua (MJ/kg°C).

ΔT : Salto térmico (°C).

2.- CÁLCULO Y DIMENSIONADO

2.1.- Diseño del sistema de captación



2.1.1.- Captadores. Curvas de rendimiento

El sistema de captación estará formado por elementos cuya curva de rendimiento INTA es:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left(\frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

donde:

η_0 : Factor óptico (0.82).

a_1 : Coeficiente de pérdida (4.23).

t_e : Temperatura media (°C).

t_a : Temperatura ambiente (°C).

I : Irradiación solar (W/m²).

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

Modelo	Disposición	Número total de captadores	Número total de baterías
	En paralelo	1	1 de 1 unidades

2.1.2.- Conjuntos de captación

En la siguiente tabla pueden consultarse los volúmenes de acumulación y áreas de intercambio totales para cada conjunto de captación:

Conj. captación	Vol. acumulación (l)	Sup. captación (m ²)
1	200	2.02

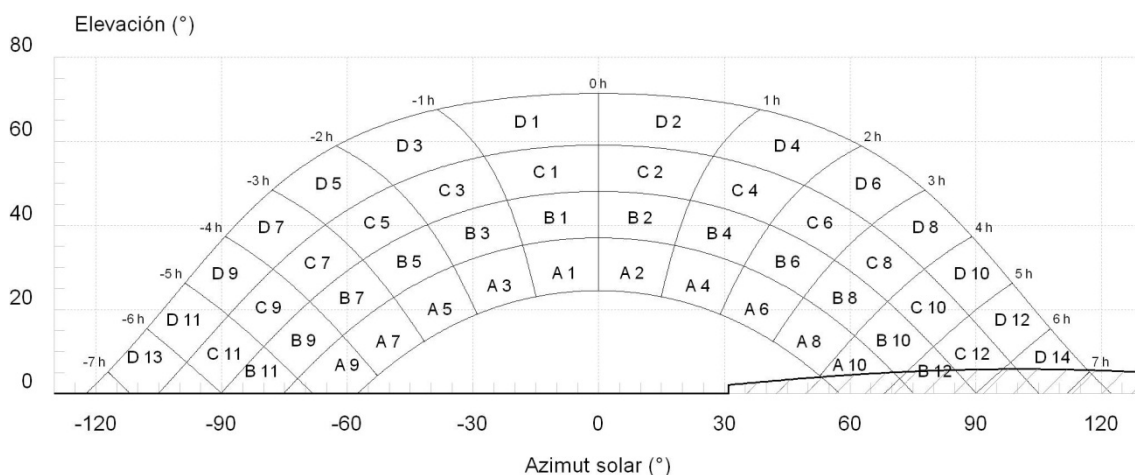
2.1.3.- Determinación de la radiación

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

Orientación	S (186°)
Inclinación	45°

Las sombras proyectadas sobre los captadores son:





(inclinación 45.00°, orientación 6.00°)			
Porción	Factor de llenado (real)	Pérdidas (%)	Contribución (%)
A 10	0.25 (0.37)	0.11	0.03
B 10	0.00 (0.01)	0.42	0.00
B 12	0.75 (0.68)	0.02	0.01
C 12	0.25 (0.19)	0.10	0.03
D 14	0.25 (0.37)	0.02	0.01
		TOTAL (%)	0.07

2.1.4.- Dimensionamiento de la superficie de captación

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 50%.

El valor resultante para la superficie de captación es de 2.02 m², y para el volumen de captación de 200 l.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	6.26	10	871.13	594.78	32
Febrero	9.11	11	770.58	424.42	45
Marzo	13.75	12	853.14	331.39	61
Abril	17.14	14	804.58	259.21	68
Mayo	20.77	16	813.41	207.07	75
Junio	24.23	19	752.35	120.45	84
Julio	24.34	21	759.43	87.73	88
Agosto	21.78	21	759.43	88.42	88
Septiembre	16.70	19	752.35	148.70	80



Octubre	10.44	16	799.16	327.03	59
Noviembre	6.77	13	808.20	485.23	40
Diciembre	5.18	11	871.13	630.98	28

2.1.5.- Cálculo de la cobertura solar

La energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.

La cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 61%.

2.2.- Diseño del sistema intercambiador-acumulador

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación (con una superficie total de captación de 2 m²) y con un intercambiador, incluido en el acumulador de la vivienda. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Unidad de ocupación	Caudal l/h:	Pérdida de carga Pa:	Sup. intercambio m ² :	Diámetro mm:	Altura (mm)	Vol. acumulación (l)
	648	800.0	1.10	604	1240	200
Total			1.10			200

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

2.3.- Diseño del circuito hidráulico

2.3.1.- Cálculo del diámetro de las tuberías

Tanto para el circuito primario de la instalación, como para el secundario, se utilizarán tuberías de cobre.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mm.c.a/m.



2.3.2.- Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Deben determinarse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores
- Tuberías (montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- Intercambiador

FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, utilizaremos la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times 9,81}$$

donde:

ΔP : Pérdida de carga (m.c.a).

ρ : Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). Ésta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En este caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds.

Cálculo del número de Reynolds: (Re)

$$Re = \frac{(\rho \times v \times D)}{\mu}$$

donde:

Re: Valor del número de Reynolds (adimensional).



ρ : 1000 Kg/m³

v : Velocidad del fluido (m/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

μ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20°C).

Cálculo del coeficiente de fricción (λ) para un valor de Re comprendido entre 3000 y 105 (éste es el caso más frecuente para instalaciones de captación solar):

$$\lambda = \frac{0,32}{Re^{0,25}}$$

Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 45°C y con una viscosidad de 2.392200 mPa·s, los valores de la pérdida de carga se multiplican por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt[4]{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

2.3.3.- Bomba de circulación

Caudal (l/h)	Presión (Pa)
120.0	5003.1

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario son compatibles con la mezcla anticongelante.

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se debe dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación tiene un valor de 120.00 l/h.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_T = \frac{\Delta P \times N \times (N + 1)}{4}$$

donde:

ΔP_T : Pérdida de presión en el conjunto de captación.

ΔP : Pérdida de presión para un captador

N : Número total de captadores

La pérdida de presión en el intercambiador tiene un valor de 800.0 Pa.



Por tanto, la pérdida de presión total en el circuito primario tiene un valor de 4984 KPa.

La potencia de la bomba de circulación tendrá un valor de 0.07 kW. Dicho valor se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot \Delta p$$

donde:

P: Potencia eléctrica (kW)

C: Caudal (l/s)

Δp : Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

2.3.4.- Vaso de expansión

El valor teórico del coeficiente de expansión térmica, calculado según la norma UNE 100.155, es de 0.084. El vaso de expansión seleccionado tiene una capacidad de 5 l.

Para calcular el volumen necesario se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

donde:

V_t : Volumen útil necesario (l).

V: Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e : Coeficiente de expansión del fluido.

C_p : Coeficiente de presión

El volumen total de fluido contenido en el circuito primario se obtiene sumando el contenido en las tuberías (3.94 l), en los elementos de captación (1.36 l) y en el intercambiador (7.50 l). En este caso, el volumen total es de 12.80 l.

Con los valores de la temperatura mínima (-4°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (21%) se obtiene un valor de 'Ce' igual a 0.084. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:

$$C_e = fc \cdot (-95 + 1.2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

donde:

fc: Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.



t: Temperatura máxima en el circuito.

El factor 'fc' se calcula mediante la siguiente expresión:

$$fc = a \cdot (1.8 \cdot t + 32)^b$$

donde:

$$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 9.48$$

$$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.37$$

G: Porcentaje de glicol etilénico en agua (21%).

El coeficiente de presión (Cp) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}}$$

donde:

P_{max}: Presión máxima en el vaso de expansión.

P_{min}: Presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, ya que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 6 bar (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de las presiones máxima y mínima, se calcula el coeficiente de presión (Cp). En este caso, el valor obtenido es de 1.3.

2.3.5.- Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante.

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 21%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -9°C, así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de



fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- Densidad: 1032.92 Kg/m³.
- Calor específico: 3.786 KJ/kgK.
- Viscosidad (45°C): 2.39 mPa·s.

La temperatura histórica en la zona es de -4°C. La instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de -9°C (5° menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 21% con un calor específico de 3.786 KJ/kgK y una viscosidad de 2.392200 mPa·s a una temperatura de 45°C.

4.6.6 HE 5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Atendiendo a lo establecido en el apartado 1.1 de la sección 5, del DB HE (“ámbito de aplicación”), la sección no será de aplicación en el presente Proyecto.

4.7 ANEJO 7: REGLAMENTO ELECTRÓNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT)

El edificio objeto del proyecto no pertenece al ámbito de aplicación de la Ley 49/1960, de 21 de julio, de la Propiedad Horizontal, modificada por la ley 8/1999, de 6 de abril, por lo que no está dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y, de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones. Consecuentemente no estará acogido al régimen de propiedad horizontal regulado por dicha Ley.

Aún no siendo aplicable dicho Reglamento en el presente Proyecto, se considera conveniente efectuar las obras necesarias para su instalación en el momento en el que se lleva a cabo la restauración de la vivienda, puesto que, en el caso de realizarlas a posterior, la instalación resultaría más costosa y, además existe la posibilidad de introducir patologías en la vivienda restaurada, como consecuencia de la ejecución de la misma.



1.- OBJETO DEL PROYECTO TÉCNICO

Proporcionar una solución técnica que garantice el acceso del edificio a los servicios de telecomunicaciones y establecer los condicionantes técnicos que debe cumplir la instalación de telecomunicaciones del edificio, basados en el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones.

2.- CÁLCULO DE RADIO Y TELEVISIÓN, TERRESTRE Y POR SATÉLITE

CABECERA 1

Atenuación en las redes de dispersión e interior de usuario

A_t (dispersión/interior) = A_i (BAT) + A_t (cables)·L,red + A_i (PAU/repartidor)

' A_t (dispersión/interior)' es la atenuación entre la salida de cada derivador de planta y cada toma de usuario.

' A_t (cables)' es la atenuación por unidad de longitud en los cables coaxiales de las redes de dispersión e interior de usuario.

'L,red' es la longitud de los cables coaxiales de las redes de dispersión e interior de usuario. Se considera que la distribución se realiza por el techo de la planta y que el registro de toma está instalado a 0,5 m sobre el suelo de la planta.

' A_i (PAU/repartidor)' es la atenuación de inserción del repartidor del PAU para cada salida.

' A_i (BAT)' es la atenuación por inserción en la conexión a la base de acceso terminal correspondiente.

Ai (PAU/repartidor)				
Tipo	Tipo	Salidas	Pérdidas 47-790 MHz	Pérdidas 952-2150 MHz
7D	Vivienda tipo A	7	14.00	17.00

Ai (BAT)	
Pérdidas 47-790 MHz	Pérdidas 952-2150 MHz
1.00	1.20

Red interior, Atenuación en el cable para cada frecuencia (47-790 MHz)						
Frecuencia MHz	554.00	586.00	618.00	650.00	666.00	674.00
At (cables)	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15

Red interior, Atenuación en el cable para cada frecuencia (47-790 MHz)				
Frecuencia MHz	690.00	738.00	770.00	97.75
At (cables)	0.15	0.16	0.16	0.06



Red interior, Atenuación en el cable para cada frecuencia (950-2150 MHz)								
Satélite	HISPASAT				ASTRA			
Frecuencia MHz	950.00	1550.00	1750.00	2150.00	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
At (cables)	0.18	0.24	0.26	0.28	0.18	0.24	0.26	0.28

Redes de dispersión e interior de usuario			
Toma	Longitud		
	Red interior (m)	Red de dispersión (m)	Total (m)
Planta baja, 1	7.07	0.00	7.07
Planta baja, 2	22.16	0.00	22.16
Planta baja, 3	17.70	0.00	17.70
Planta baja, 4	9.63	0.00	9.63
Planta baja, 5	24.95	0.00	24.95
Planta baja, 6	5.93	0.00	5.93
Planta baja, 7	20.36	0.00	20.36

Cabecera 1, Vertical 1						
Toma	Frecuencias (MHz)					
	C31 554.00	C35 586.00	C39 618.00	C43 650.00	C45 666.00	C46 674.00
Planta baja, 1	1.95	1.97	2.00	2.03	2.05	2.06
Planta baja, 2	3.96	4.05	4.15	4.24	4.29	4.31
Planta baja, 3	3.37	3.44	3.51	3.59	3.62	3.64
Planta baja, 4	2.29	2.33	2.37	2.41	2.43	2.44
Planta baja, 5	4.33	4.44	4.54	4.65	4.70	4.73
Planta baja, 6	1.79	1.82	1.84	1.87	1.88	1.88
Planta baja, 7	3.72	3.81	3.89	3.98	4.02	4.04

Cabecera 1, Vertical 1				
Toma	Frecuencias (MHz)			
	C48 690.00	C54 738.00	C58 770.00	FM 97.75
Planta baja, 1	2.07	2.12	2.15	1.41
Planta baja, 2	4.36	4.50	4.59	2.27
Planta baja, 3	3.68	3.79	3.87	2.02
Planta baja, 4	2.46	2.52	2.56	1.55
Planta baja, 5	4.78	4.94	5.04	2.43
Planta baja, 6	1.90	1.93	1.96	1.34
Planta baja, 7	4.08	4.21	4.30	2.17



Cabecera 1, Vertical 1				
Toma	Frecuencias (MHz)			
	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
Planta baja, 1	2.50	2.93	3.04	3.22
Planta baja, 2	5.28	6.61	6.96	7.52
Planta baja, 3	4.46	5.52	5.80	6.24
Planta baja, 4	2.97	3.55	3.70	3.94
Planta baja, 5	5.80	7.29	7.69	8.31
Planta baja, 6	2.29	2.65	2.74	2.89
Planta baja, 7	4.95	6.17	6.49	7.00

Atenuación en la red de bajada desde la antena

$$At \text{ (bajada antena)} = At \text{ (cables)} \cdot L, \text{red} + At \text{ (Z)}$$

'At (bajada antena)' es la atenuación entre la salida de antena y la entrada a cada amplificador de la cabecera.

'At (cables)' es la atenuación por unidad de longitud en el cable dispuesto entre la antena y la cabecera.

'L,red' es la longitud del tramo de cable coaxial entre la antena y los amplificadores de cabecera.

'At (Z)' es la atenuación debida a la demultiplexación 'Z' a la entrada de cada amplificador.

Atenuación en el cable para cada frecuencia (47-790 MHz)						
Frecuencia MHz	554.00	586.00	618.00	650.00	666.00	674.00
At (cables)	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15

Atenuación en el cable para cada frecuencia (47-790 MHz)				
Frecuencia MHz	690.00	738.00	770.00	97.75
At (cables)	0.15	0.16	0.16	0.06

Atenuación en el cable para cada frecuencia (950-2150 MHz)								
Satélite	HISPASAT				ASTRA			
Frecuencia MHz	950.00	1550.00	1750.00	2150.00	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
At (cables)	0.18	0.24	0.26	0.28	0.18	0.24	0.26	0.28

Longitudes de cable en la red de bajada desde la antena				
Ubicación				Longitud (m)
Antena	Planta	Cabecera	Planta	
1	Cubierta	Cabecera 1	Planta baja	7.56



Pérdidas por demultiplexado 'Z'	
Atenuación (dB)	
47-790 MHz	950-2150 MHz
3.00	0.00

At (bajada antenna) 47-790 MHz (dB)							
Ubicación		Frecuencias (MHz)					
Cabecera	Planta	C31 554.00	C35 586.00	C39 618.00	C43 650.00	C45 666.00	C46 674.00
1	Planta baja	4.01	4.04	4.07	4.11	4.12	4.13

At (bajada antenna) 47-790 MHz (dB)					
Ubicación		Frecuencias (MHz)			
Cabecera	Planta	C48 690.00	C54 738.00	C58 770.00	FM 97.75
1	Planta baja	4.15	4.19	4.22	3.43

At (bajada antenna) 950-2150 MHz (dB)					
Ubicación		950.00	1550.00	1750.00	2150.00
Cabecera	Planta				
1	Planta baja	1.39	1.84	1.97	2.15

Relación señal/ruido en la banda 47-790 MHz. (peor toma)

Cabecera 1						
	Frecuencias MHz					
	C31 554.00	C35 586.00	C39 618.00	C43 650.00	C45 666.00	C46 674.00
PEOR TOMA	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5
A1 (dB)	4.01	4.04	4.07	4.11	4.12	4.13
a1	2.52	2.54	2.55	2.57	2.58	2.59
G2 (dB)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
g2	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
F2 (dB)	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
f2	7.94	7.94	7.94	7.94	7.94	7.94
A3 (dB)	18.33	18.44	18.54	18.65	18.70	18.73
a3	68.15	69.81	71.51	73.25	74.14	74.59
fsis	20.00	20.15	20.30	20.45	20.52	20.56
Fsis (dB)	13.01	13.04	13.07	13.11	13.12	13.13



Cabecera 1				
	Frecuencias MHz			
	C48 690.00	C54 738.00	C58 770.00	FM 97.75
PEOR TOMA	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5
A1 (dB)	4.15	4.19	4.22	3.43
a1	2.60	2.63	2.65	2.20
G2 (dB)	30.00	30.00	30.00	16.00
g2	1000.00	1000.00	1000.00	39.81
F2 (dB)	9.00	9.00	9.00	9.00
f2	7.94	7.94	7.94	7.94
A3 (dB)	18.78	18.94	19.04	16.43
a3	75.49	78.27	80.18	43.96
fsis	20.64	20.86	21.02	17.55
Fsis (dB)	13.15	13.19	13.23	12.44

'a1' es la suma de la atenuación del tramo de cable antena-cabecera y las pérdidas de demultiplexación 'Z' a la entrada de cada amplificador monocanal.

'A1' equivale a 'a1' expresada en dB.

'g2' es la ganancia del amplificador.

'G2' equivale a 'g2' expresada en dB.

'f2' es el factor de ruido del amplificador monocanal.

'F2' es la figura de ruido del amplificador monocanal.

'a3' es la atenuación de la red desde la salida de los amplificadores de cabecera hasta la peor toma de usuario.

'A3' equivale a 'a3' expresada en dB.

'fsis' es el factor de ruido del conjunto del sistema.

'Fsis' es la figura de ruido del sistema.

Relación señal/ruido en la banda 950-2150 MHz. (peor toma)

Cabecera 1				
	950.00	1550.00	1750.00	2150.00
PEOR TOMA	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5	Planta baja, 5
G1 (dB)	55.00	55.00	55.00	55.00
g1	316227.77	316227.77	316227.77	316227.77
F1 (dB)	0.70	0.70	0.70	0.70
f1	1.17	1.17	1.17	1.17
A1 (dB)	1.39	1.84	1.97	2.15
a1	1.38	1.53	1.57	1.64
G2 (dB)	7.59	8.97	9.34	9.91
g2	5.75	7.89	8.59	9.80



F2 (dB)	12.50	12.50	12.50	12.50
f2	17.78	17.78	17.78	17.78
A3 (dB)	22.80	24.29	24.69	25.31
a3	190.38	268.43	294.27	339.73
fsis	1.17	1.17	1.17	1.17
Fsis (dB)	0.70	0.70	0.70	0.70

'g1' es la ganancia del convertor LNB.

'G1' equivale a 'g1' expresada en dB.

'f1' es la figura de ruido del convertor LNB.

'F1' equivale a 'f1' expresada en dB.

'a1' es la atenuación en el tramo convertor LNB - amplificador FI.

'A1' equivale a 'a1' expresada en dB.

'g2' es la ganancia del amplificador FI.

'G2' equivale a 'g2' expresada en dB.

'f2' es la figura de ruido del amplificador FI.

'F2' equivale a 'f2' expresada en dB.

'a3' es la atenuación de la red.

'A3' equivale a 'a3' expresada en dB.

'fsis' es el factor de ruido del conjunto del sistema.

'Fsis' es la figura de ruido del sistema.

4.8 ANEJO 8: REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS (RITE)

1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS

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 es 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.

1.1.- Exigencia de bienestar e higiene

1.1.1.- 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
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

1.1.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior del apartado 1.4.2

1.1.2.1.- 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.

1.1.2.2.- 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	

1.1.3.- 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.

1.1.4.- 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.

1.2.- Exigencia de eficiencia energética

1.2.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1

1.2.1.1.- 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.

1.2.1.2.- Cargas térmicas



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

1.2.1.2.1.- Cargas máximas simultáneas

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

Calefacción

Conjunto: Conjunto de recintos de vivienda unifamiliar							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Zona de Estar	Planta baja	759.50	73.04	434.58	44.14	1194.08	1194.0
Salón-Comedor	Planta baja	344.27	73.12	435.07	28.78	779.34	779.34
Cocina	Planta baja	242.13	122.27	363.74	35.68	605.87	605.87
Distribuidor-Pasillo	Planta baja	380.13	19.92	59.27	59.55	439.40	439.40
Aseo	Planta baja	69.95	54.00	160.64	84.90	230.60	230.60
Zona de Horno-	Planta baja	213.29	21.73	64.65	34.53	277.94	277.94
Dormitorio 1	Planta Bajo Cubierta	339.61	36.00	214.19	51.72	553.80	553.80
Dormitorio 2	Planta Bajo Cubierta	292.40	40.41	240.45	35.60	532.85	532.85
Dormitorio 3	Planta Bajo Cubierta	332.83	40.53	241.16	38.24	573.99	573.99
Dormitorio 4	Planta Bajo Cubierta	497.68	49.26	293.11	43.34	790.79	790.79
Zona de Paso	Planta Bajo Cubierta	260.08	30.55	90.87	31.02	350.95	350.95
Escaleras	Planta Bajo Cubierta	90.93	16.42	48.84	22.99	139.77	139.77
Baño 1	Planta Bajo Cubierta	145.21	54.00	160.64	64.32	305.86	305.86
Baño 2	Planta Bajo Cubierta	181.97	54.00	160.64	57.98	342.61	342.61
Baño 3	Planta Bajo Cubierta	186.79	54.00	160.64	58.50	347.43	347.43
Baño 4	Planta Bajo Cubierta	216.76	54.00	160.64	67.92	377.40	377.40
Vestidor 1	Planta Bajo Cubierta	86.59	10.76	32.01	29.76	118.60	118.60
Vestidor 2	Planta Bajo Cubierta	63.83	11.69	34.77	22.78	98.59	98.59
Total			815.7	Carga total simultánea	8059.9		

1.2.1.2.2.- Cargas parciales y mínimas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes		
	Diciembre	Enero	Febrero
Conjunto de recintos de vivienda unifamiliar	8.06	8.06	8.06

1.2.1.3.- Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por



los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos		P _{instalada} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{cal} (kW)	Total (kW)
Conjunto de recintos de vivienda unifamiliar		32.80	4.47	2.00	8.06	10.18
Abreviaturas utilizadas						
P _{instalada}	Potencia instalada (kW)	%q _{equipos}	<i>Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)</i>			
	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)					

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	32.80	8.06
Total	32.8	8.1

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción y A.C.S. simultáneas con microacumulación Start&Hot Microfast 2.0, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera, conducto para evacuación de humos y termostato-programador de ambiente vía radio Exacontrol E7 R, "SAUNIER DUVAL"

1.2.2.- 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

1.2.2.1.- Aislamiento térmico en redes de tuberías

1.2.2.1.1.- Introducción

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

1.2.2.1.2.- Tuberías en contacto con el ambiente exterior



Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

- Temperatura seca exterior de invierno: 2.8 °C
- Velocidad del viento: 7.4 m/s

1.2.2.1.3.- Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\theta_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	25 mm	0.037	25	4.17	5.53	9.67	93.8
Tipo 1	20 mm	0.037	25	5.17	8.37	7.37	99.8
Tipo 1	16 mm	0.037	25	127.60	116.59	6.82	1665.7
						Total	1859

Abreviaturas utilizadas			
Ø	Diámetro nominal	Lret.	Longitud de retorno
λ_{aisl}	Conductividad del aislamiento	$\lambda_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento	$q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción
Limp.	Longitud de impulsión		

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X) con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 1,8 mm de espesor, serie 5, PN=6 atm, empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

1.2.2.1.4.- Pérdida de calor en tuberías

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	32.80



Total	32.80
--------------	-------

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción y A.C.S. simultáneas con microacumulación Start&Hot Microfast 2.0, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera, conducto para evacuación de humos y termostato-programador de ambiente vía radio Exacontrol E7 R, "SAUNIER DUVAL"

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	Qcal (W)	Pérdida de calor (%)
32.80	1467.0	4.5

1.2.2.2.- 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.

1.2.2.3.- 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.

1.2.3.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

1.2.3.1.- 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.

1.2.3.2.- 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
Conjunto de recintos de vivienda unifamiliar	THM-C1

1.2.3.3.- 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.



1.2.4.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5

1.2.4.1.- 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.

1.2.5.- 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.

1.2.6.- 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.

1.2.7.- Lista de los equipos consumidores de energía

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

Calderas y grupos térmicos



Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción y A.C.S. simultáneas con microacumulación Start&Hot Microfast 2.0, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera, conducto para evacuación de humos y termostato-programador de ambiente vía radio Exacontrol E7 R, "SAUNIER DUVAL"

1.3.- Exigencia de seguridad

1.3.1.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

1.3.1.1.- 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.

1.3.1.2.- 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.

1.3.1.3.- 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.

1.3.1.4.- Almacenamiento de biocombustibles sólidos

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

1.3.2.- Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

1.3.2.1.- 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 DN (mm)	Frio DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

1.3.2.2.- 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 DN (mm)	Frio 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.

1.3.2.3.- 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.

1.3.2.4.- 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.

1.3.2.5.- 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.

1.3.3.- 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.

1.3.4.- 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.

4.9 Anejo 9: REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN

RESULTADOS DE CÁLCULOS

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
0	CPM-1	-	9200.0	-	-
0	(Cuadro de vivienda)	9200.0	9200.0	-	-



(Cuadro de vivienda)					
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	2370.0	-	-
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	72.0	-	-
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	2300.0	-	-
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	2900.0	-	-
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/horno)	-	5400.0	-	-
C4 (lavadora)	C4 (lavadora)	-	3450.0	-	-
C8 (lavavajillas)	C8 (lavavajillas)	-	3450.0	-	-
C10 (secadora)	C10 (secadora)	-	3450.0	-	-
C5 (baño y auxiliar de cocina)	C5 (baño y auxiliar de cocina)	-	1500.0	-	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	2700.0	-	-
C4.3 (termo eléctrico)	C4.3 (termo eléctrico)	-	3450.0	-	-
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	2800.0	-	-
C12 (baño y auxiliar de cocina)	C12 (baño y auxiliar de cocina)	-	1100.0	-	-
C11 (tomas)	C11 (tomas)	-	2100.0	-	-
C14 (ventilación interior)	C14 (ventilación interior)	-	935.0	-	-

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.tac (%)
0	(Cuadro de vivienda)	9.20	18.23	ES07Z1-K (AS) 3G10	40.00	50.00	1.31	1.31

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) 3G10	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=40 mm	50.00	1.00	-	50.00	

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 _{ficcp} (s)	L _{max} (m)
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) 3G10	40.00	40	64.00	50.00	100	12.000	1.976	0.34	0.06	244.65



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.

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.tac (%)
(Cuadro de vivienda)							
Sub-grupo 1							
C1 (iluminación)	2.37	354.01	H07V-K 3G2.5	10.30	21.00	1.22	2.53
C13 (alumbrado de emergencia)	0.07	61.63	H07V-K 3G1.5	0.31	15.00	0.05	1.35
C2 (tomas)	3.45	75.05	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.07	2.37
C3 (cocina/horno)	5.40	4.46	H07V-K 3G6	24.71	36.00	0.31	1.61
C4 (lavadora)	3.45	3.61	H07V-K 3G2.5	15.79	21.00	0.38	1.69
C8 (lavavajillas)	3.45	5.62	H07V-K 3G2.5	15.79	21.00	0.60	1.91
C9 (termo eléctrico)	3.45	11.20	H07V-K 3G2.5	15.79	21.00	1.19	2.50
C5 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	45.06	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.37	2.67
Sub-grupo 2							
C6 (iluminación)	2.30	337.31	H07V-K 3G1.5	10.00	15.00	2.21	3.52
C7 (tomas)	3.45	107.53	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.36	2.67
C12 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	18.50	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.38	2.68
C10 (secadora)	3.45	3.23	H07V-K 3G2.5	15.79	21.00	0.34	1.65
C14 (ventilación interior)	0.93	50.56	H07V-K 3G1.5	4.89	15.00	0.22	1.53
Sub-grupo 3							
C11 (tomas)	3.45	96.09	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.57	2.87
C15 (tomas)	3.45	52.22	H07V-K 3G2.5	15.00	21.00	1.31	2.62



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I_z (A)	$F_{c_{agrup}}$	R_{inc} (%)	I'_z (A)
C1 (iluminación)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C13 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	36.00	1.00	-	36.00
C4 (lavadora)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C8 (lavavajillas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C9 (termo eléctrico)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C6 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C12 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C14 (ventilación interior)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
C11 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00
C15 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	21.00	1.00	-	21.00

Sobrecarga y cortocircuito ' (cuadro de vivienda)'											
Esquema (Cuadro de vivienda)	Línea	I_c (A)	Protecciones ICP: In Guard: In Aut: In, curva Dif: In, sens, n° polos Telerruptor: In, n° polos		I_2 (A)	I_z (A)	I_{cu} (kA)	I_{ccc} (kA)	I_{ccp} (kA)	T_{iccc} (s)	T_{iccp} (s)
			ICP: 40IGA: Clase C(tipo II), 40 kA 1.2kV	40LS: 40, 30, 2 polos							
Sub-grupo 1											
C1 (iluminación)	H07V-K 3G2.5	10.30		Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.560	0.08	0.26
C13(alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	0.31		Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	3.968	0.461	0.08	0.14
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00		Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.798	0.08	0.13
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	24.71		Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	36.00	6	3.968	1.553	0.08	0.20
C4 (lavadora)	H07V-K 3G2.5	15.79		Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	1.292	0.08	0.05
C8 (lavavajillas)	H07V-K 3G2.5	15.79		Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	1.082	0.08	0.07
C9 (termo eléctrico)	H07V-K 3G2.5	15.79		Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.747	0.08	0.15
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	15.00		Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.683	0.08	0.18



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Sub-grupo 2			Dif: 40, 30, 2 polos							
C6 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	10.00	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	3.968	0.352	0.08	0.24
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.685	0.08	0.18
C12 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.680	0.08	0.18
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	1.340	0.08	0.05
C14 (ventilación interior)	H07V-K 3G1.5	4.89	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	3.968	0.395	0.08	0.19
Sub-grupo 3			Dif: 40, 30, 2 polos							
C11 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.623	0.08	0.21
C15 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	21.00	6	3.968	0.702	0.08	0.17

Leyenda

c.d.t	caída de tensión (%)
c.d.t _{ac}	caída de tensión acumulada (%)
I _c	intensidad de cálculo del circuito (A)
I _z	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
F _{Cagrup}	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
I ₂	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I _{cu}	poder de corte de la protección (kA)
I _{occ}	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I _{ocp}	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 _{icc}	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)

4.10 ANEJO 10: NORMAS DE HABITABILIDAD DE GALICIA

Por el Decreto de 29/2010, de 4 de Marzo de 2010, se aprueban las normas de habitabilidad de viviendas de Galicia.

En el capítulo V, artículo 16: "Excepcionalidad del cumplimiento de las condiciones de habitabilidad reguladas en este decreto", se excluye del cumplimiento a las actuaciones de rehabilitación en viviendas existentes, construidas al amparo de normativa anterior presente, solicitando dicha excepción a través del ayuntamiento. Los límites y condiciones para autorizar dicha excepcionalidad serán los expuestos en el anexo II de dicho Decreto.

4.11 ANEJO 11: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Se redacta este Plan de Control de Calidad para garantizar la verificación y el cumplimiento de la normativa vigente verificando la idoneidad técnica de los materiales, unidades de obra e instalaciones empleadas en la ejecución y su correcta puesta en obra, conforme a los documentos del proyecto y a lo establecido en Código Técnico de la Edificación CTE y en la Instrucción EHE-08.



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Para la realización de los ensayos, análisis y pruebas se contratara, con el conocimiento de la Dirección Facultativa, los servicios de un Laboratorio de Ensayos debidamente acreditado y antes del comienzo de la obra se dará traslado del “Programa de Control de Calidad” a dicho Laboratorio con el fin de coordinar de manera eficaz el control de calidad.

El presente documento consta de los siguientes apartados:

1.- MEMORIA

1.1.- Datos identificativos

DATOS DE LA OBRA	
Nombre:	Rehabilitación de una vivienda unifamiliar en Tui para igual uso
Dirección:	Lugar Iglesia nº 8, Baldranes
Población:	Tui
C.P.:	36729 PROVINCIA: Pontevedra
Tipo de obra:	Rehabilitación
Nº DE PLANTAS	
Nº:	Descripción: Superficie
1	Planta baja: 145,66 m2
2	Planta alta: 142,38 m2
	TOTAL: 288,04 m2

1.2.- Condiciones generales para el control de calidad

Se recogen en este apartado las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 28/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

El CTE establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de “seguridad estructural”, “seguridad en caso de incendio”, “seguridad de utilización”, “higiene, salud y protección del medio ambiente”, “protección contra el ruido” y “ahorro de energía y aislamiento térmico”, establecidos en el artículo 3 de la LOE, y proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

- **Conformidad con CTE de los productos, equipos y materiales**

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE o la Declaración de Prestaciones, de conformidad con el Reglamento de la UE Nº 305/2011 de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la



comercialización de productos de construcción, u otras Directivas europeas que les sean de aplicación.

Estos productos podrán ostentar marcas, sellos, certificaciones de conformidad y otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias del proyecto.

Se consideran conformes también los productos, equipos y sistemas innovadores que demuestren el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE referentes a los elementos constructivos en los que intervienen, mediante una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto, concedida por las entidades autorizadas para ello por las Administraciones Públicas competentes

- **Condiciones de proyecto**

Contendrá las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen a las obras, así como sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse incluyendo en muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo, y las acciones a adoptar y los criterios de uso, conservación y mantenimiento. Estas especificaciones se pueden hacer por referencia a pliegos generales que sean de aplicación, documentos reconocidos y otros que sean válidos a juicio del proyectista.

Características técnicas de cada unidad de obra indicando su proceso de ejecución, normas de aplicación, condiciones previas que han de cumplirse antes de su realización, tolerancias admisibles, condiciones de terminación, conservación y mantenimiento, control de ejecución, ensayos y pruebas, garantías de calidad, criterios de aceptación y rechazo, criterios de medición y valoración de unidades, etc.

Finalmente describirá las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio.

- **Condiciones de la ejecución de las obras**

Durante la construcción de las obras el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- a) Control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras.
- b) Control de ejecución de la obra
- c) Control de la obra terminada



- **Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas**

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) El control de la documentación de los suministros.
- b) El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- c) El control mediante ensayos.

- **Control de ejecución de la obra**

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlara la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

- **Control de la obra terminada**

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

- **Documentación de control de obra**

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- a) El Director de la Ejecución de la Obra recopilara la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones;
- b) El Constructor recabara de los suministradores de productos y facilitara 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; y
- c) 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.

- **Control de ejecución de la Estructura**

Según se indica en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) para el caso de la estructura de hormigón, en su Capítulo XVII, Control de la ejecución, se realizará según lo siguiente:

El control de la ejecución, establecido como preceptivo por esta Instrucción, tiene por objeto comprobar que los procesos realizados durante la construcción de la estructura, se organizan y desarrollan de forma que la Dirección Facultativa pueda asumir su conformidad respecto al proyecto, de acuerdo con lo indicado en esta Instrucción.

El Constructor elaborará el Plan de obra y el procedimiento de autocontrol de la ejecución de la estructura. Este último, contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades y se desarrollará el seguimiento de la ejecución de manera que permita a la Dirección Facultativa comprobar la conformidad con las especificaciones del proyecto y lo establecido en esta Instrucción. Para ello, los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados por el Constructor, en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas y remesas recibidas en la obra, de acuerdo con el nivel de control establecido por el proyecto para la estructura.

La Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, tiene la obligación de efectuar el control de la ejecución, comprobando los registros del autocontrol del constructor y efectuando una serie de inspecciones puntuales, de acuerdo con lo establecido en esta Instrucción. Para ello, la Dirección Facultativa podrá contar con la asistencia técnica de una entidad de control de calidad. En su caso, la Dirección Facultativa podrá eximir de la realización de las inspecciones externas, para aquellos procesos de la ejecución de la estructura que se encuentren en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Antes de iniciar la ejecución de la estructura, la Dirección Facultativa, deberá aprobar el Programa de control, que desarrolla el Plan de control definido en el proyecto, teniendo en cuenta el Plan de obra presentado por el Constructor para la ejecución de la estructura, así como, en su caso, los procedimientos de autocontrol de éste.



1.4.- Normativa de aplicación para el control de calidad

Se refiere a la normativa aplicable a cada producto, unidad de obra o instalación, según se establezca en cada caso y forme parte de este Proyecto de Ejecución.

De acuerdo con el Proyecto de Ejecución la normativa aplicable es la siguiente:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).
 - o Ahorro de energía (HE).
 - o Protección frente al ruido (HR).
 - o Salubridad (HS).
 - o Seguridad contra incendios (SI).
 - o Seguridad de utilización y accesibilidad (SUA).
 - o Seguridad estructural (SE):
- Reglamento de aparatos a presión (RAP).
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).
- Clasificación de productos de construcción y elementos constructivos por sus propiedades de reacción y resistencia frente al fuego.
- Normas UNE para el cumplimiento de la metodología de los ensayos a realizar sobre los diversos materiales.
- Pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto de ejecución.

2.- CONTROL DE RECEPCIÓN

• Sistemas constructivos

Capítulo: ESTRUCTURAS: METÁLICAS, DE MADERA Y DE FÁBRICA

ESTRUCTURAS DE MADERA ASERRADA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

Capítulo: FACHADAS

CARPINTERÍA EXTERIOR

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Certificados de ensayos realizados por un laboratorio.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.



- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

Capítulo: PARTICIONES

PUERTAS DE MADERA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Certificados de ensayos realizados por un laboratorio.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Marcas de conformidad a norma. PUERTAS METÁLICAS
- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

Capítulo: REVESTIMIENTOS

PINTURAS Y BARNICES

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

ADHESIVO PARA BALDOSA CERAMICA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

AGUA DE AMASADO

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

AISLAMIENTO TERMICO: XPS (POLIESTIRENO EXTRUSIONADO)

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.



ANCLAJES PARA MATERIALES

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

ÁRIDOS

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

ARMADURA NORMALIZADA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

BALDOSA CERÁMICA (AZULEJO)

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

CABLES ELECTRICOS

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

CEMENTO

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

FIELTRO GEOTEXTIL

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.



- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

HERRAJES PARA CARPINTERIA

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

HORMIGÓN

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

MADERA ASERRADA ESTRUCTURAL

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

MADERA PARA CARPINTERIA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

MORTERO

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

PASTA DE YESO o ESCAYOLA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

PERFILES PARA SISTEMAS DE YESO LAMINADO

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.



- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

PIEDRA NATURAL

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

PLACAS DE YESO LAMINADO

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

RASTREL DE MADERA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

TABLEROS DE MADERA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

TARIMA DE MADERA

- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

TEJA CERAMICA

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

TORNILLOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).



TUBERIA DE COBRE

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

TUBERIA DE POLIBUTILENO (PB)

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

TUBERIA DE PVC

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

VALVULAS Y ACCESORIOS TERMOPLASTICOS

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).

VIDRIO DOBLE AISLANTE

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.

YESOS Y ESCAYOLAS

- Certificado de garantía del fabricante, firmada por persona física.
- Declaración CE de conformidad o Declaración de Prestaciones.
- Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado (albaranes).
- Etiquetado del mercado CE.



4.12 ANEJO 12: GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

1.- CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de 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.
- 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.

2.- AGENTES INTERVINIENTES

2.1.- Identificación

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	
Proyectista	Raquel Besada Durán
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

2.1.1.- Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

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.

2.1.2.- 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.

2.1.3.- 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.

2.2.- Obligaciones

2.2.1.- 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 lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.

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, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.

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 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.

2.2.2.- 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 a la propiedad 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, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, 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 lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, 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.

2.2.3.- 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 lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, 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, en los términos recogidos en este real decreto, 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.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en la legislación vigente en materia de residuos, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".

No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) 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.



- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

G GESTIÓN DE RESIDUOS

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

Plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006

Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.

B.O.E.: 12 de julio de 2001

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 29 de enero de 2002

Modificado por:

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

Modificado 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

Plan nacional integrado de residuos para el período 2008-2015

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.

B.O.E.: 26 de febrero de 2009

Ley de residuos y suelos contaminados

Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

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

GC GESTIÓN DE RESIDUOS | CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos

Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 19 de febrero de 2002

Corrección de errores:

Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero

B.O.E.: 12 de marzo de 2002

4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.

Todos los posibles residuos generados en la obra de demolición se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación



Autor: Raquel Besada Durán

Tutor: José Luis Rodilla López

El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como 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 Ministerial MAM/304/2002
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

5.- 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 replantearán 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.



7.- 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.

8.- 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.



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, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

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.

9.- 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 el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 6.



4.13 ANEJO 13: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

1.- DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFG: Rehabilitación de una vivienda unifamiliar en Tui para igual uso	
Localidad Tui	Comunidad Autónoma Galicia
Dirección del Proyecto LG Iglesia nº 8-Baldranes 36460 Tui (Pontevedra)	
Autor del Proyecto Raquel Besada Durán	
Autor de la Calificación Raquel Besada Durán	
E-mail de contacto reichduran@gmail.com	Teléfono de contacto 646357969
Tipo de edificio Unifamiliar	

2.- DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

2.1.- Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrimetria	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01 Espacio0	P01	Nivel de estanqueidad 3	3	69,28	1,68
P01_E02 Espacio0	P01	Nivel de estanqueidad 3	3	66,58	1,68
P02_E01_Cocina	P02	Residencial	3	27,25	2,83
P02_E02_Salon_Comedor	P02	Residencial	3	37,05	2,83
P02_E03_Zona_de_Horno	P02	Residencial	3	11,31	2,87
P02_E04_Distribuidor	P02	Residencial	3	12,05	2,87
P02_E05_Zona_de_Estar	P02	Residencial	3	36,33	2,83
P02_E06_Aseo	P02	Residencial	3	6,07	2,86
P02_E07_Instalacion	P02	Nivel de estanqueidad 4	3	8,01	2,86
P02_E08_Garaje	P02	Nivel de estanqueidad 4	3	33,29	2,82
P03_E01_Dormitori	P03	Residencial	3	22,08	3,81
P03_E02_Zona_de_P	P03	Residencial	3	14,05	3,85
P03_E03_Bano_1	P03	Residencial	3	9,02	3,40
P03_E04_Dormitori	P03	Residencial	3	18,10	4,13
P03_E05_Bano_2	P03	Residencial	3	8,19	3,96



P03_E06_Vestidor	P03	Residencial	3	5,20	3,21
P03_E07_Bano_3	P03	Residencial	3	7,69	2,77
P03_E08_Dormitori	P03	Residencial	3	17,01	2,99
P03_E09_Escaleras	P03	Residencial	3	7,24	3,04
P03_E10_Dormitori	P03	Residencial	3	20,40	3,27
P03_E11_Vestidor	P03	Residencial	3	5,24	2,70
P03_E12_Baño_4	P03	Residencial	3	7,08	2,70

2.2.- Cerramientos opacos

2.2.1.- Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)
Alicatado con baldosas cerámicas, colocada	1,300	2300,00	840,00	-	100000
Base de mortero autonivelante de cemento,	1,300	1900,00	1000,00	-	10
Enfoscado de cemento	1,300	1900,00	1000,00	-	10
Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormi	1,993	1098,33	1000,00	-	6
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,522	920,00	1000,00	-	10
Hoja fachada ventilada	0,778	18,00	1000,00	-	1
Lana de roca Confortpan 208 Roxul	0,037	30,00	840,00	-	1.3
Lana mineral	0,035	40,00	1000,00	-	1
Mortero autonivelante de cemento	1,300	1900,00	1000,00	-	10
Mortero base Weber.therm Base	1,000	1800,00	1000,00	-	10
Mortero decorativo Weber.pral Clima	1,000	1800,00	1000,00	-	10
Muro de granito	2,800	2600,00	1000,00	-	10000
Muro de mampostería	2,800	2600,00	1000,00	-	10000
Panel de lana de vidrio	0,034	1500,00	800,00	-	1
Panel de poliestireno XPE	0,029	30,00	1000,00	-	20
Panel rígido de lana de roca Isofex	0,036	150,00	1000,00	-	1
M22_Particion_virtual	0,050	100,00	1000,00	-	1



Placa de yeso laminado	0,250	800,00	1000,00	-	10
Placa de yeso laminado Standard (A)	0,250	825,33	1000,00	-	4
Solado de baldosas cerámicas de gres esma	2,300	2500,00	1000,00	-	30
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,031	40,00	1000,00	-	1
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,50	1000,00	-	100
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2,300	2395,00	1000,00	-	30
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30
Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	-	-	-	0,16	-
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0,17	-
BH convencional espesor 200 mm	0,923	860,00	1000,00	-	10
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,300	2400,00	1000,00	-	80
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1,650	2150,00	1000,00	-	70
Tablero de partículas 270 < d < 450	0,130	360,00	1700,00	-	20
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1,000	1525,00	1000,00	-	10
Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	1,500	1500,00	2100,00	-	50
Granito [2500 < d < 2700]	2,800	2600,00	1000,00	-	10000
Tierra vegetal [d < 2050]	0,520	2000,00	1840,00	-	1
Cuarzo	1,400	2200,00	750,00	-	1e+30
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4

2.2.2.- Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
C02_Cerramiento_perimetral_e	2,36	BH convencional espesor 200 mm	0,200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020



C03_Fachada_de_una_hoja_con	0,30	Mortero decorativo Weber.pral Clima	0,003
		Mortero base Weber.therm Base	0,005
		Panel rígido de lana de roca Isofex	0,060
		Mortero base Weber.therm Base	0,005
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,120
		Panel de lana de vidrio	0,040
		Placa de yeso laminado	0,013
C04_Forjado_Panel_sandwich_T	0,35	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,010
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,080
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,020
C05_Forjado_Panel_sandwich_T	0,35	Tablero de partículas 270 < d < 450	0,010
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,010
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,080
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,020
C06_Forjado_sanitario_tipo_c	0,25	Plaqueta o baldosa cerámica	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormigón	0,600
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,100
C06_Forjado_sanitario_tipo_c	0,25	Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,100
C07_Forjado_sanitario_tipo_c	0,26	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormigón	0,600
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,100
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,100



C08_Forjado_sanitario_tipo_c	0,25	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormigón	0,600
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,100
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,100
C09_Forjado_sanitario_tipo_c	0,25	Tablero de partículas 270 < d < 450	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormigón	0,600
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,100
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,100
C10_Forjado_sanitario_tipo_c	0,20	Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltad	0,010
		Mortero autonivelante de cemento	0,002
		Base de mortero autonivelante de cemento, Agili	0,060
		Lana mineral	0,040
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,030
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
C10_Forjado_sanitario_tipo_c	0,20	Forjado reticular 55+5 cm (Casetón de hormigón	0,600
		Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,100
		Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	0,100
C11_LHD_GARAJE	2,67	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,080
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
C12_Muro_de_mamposteria_inte	2,60	Muro de granito	0,600
C13_Muro_de_mamposteria_inte	0,91	Muro de granito	0,690
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,020
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010



C14_Muro_de_mamposteria_inte	0,91	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,020
		Muro de granito	0,690
C15_Muro_mamposteria_40_cm	0,28	Granito [2500 < d < 2700]	0,400
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
C16_Muro_mamposteria_50_cm	0,27	Granito [2500 < d < 2700]	0,500
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
C17_Muro_mamposteria_60_cm	0,27	Muro de mampostería	0,600
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
C18_Muro_mamposteria_69_cm	0,27	Muro de mampostería	0,690
		MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,100
C18_Muro_mamposteria_69_cm	0,27	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,020
C20_Particion_de_vidrio	2,82	Cuarzo	0,010
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0,000
		Cuarzo	0,010
C21_Particion_virtual	0,85	M22_Particion_virtual	0,050
C22_Porche_Forjado_Panel_san	0,21	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,029
		Betún fieltro o lámina	0,001
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,010
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,080
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,020
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	0,000
		Lana mineral	0,060
		Falso techo continuo de placas de escayola	0,016



C23_Revestimiento_de_teja_ce	0,19	Hoja fachada ventilada	0,070
		Betún fieltro o lámina	0,001
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,019
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,100
		Tablero de partículas 270 < d < 450	0,010
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	0,000
		Lana mineral	0,060
		Falso techo continuo de placas de escayola	0,016
C24_Tabique_PYL_100_600_70_L	0,52	Placa de yeso laminado Standard (A)	0,015
		Lana de roca Confortpan 208 Roxul	0,060
C24_Tabique_PYL_100_600_70_L	0,52	Placa de yeso laminado Standard (A)	0,015
C25_Tabique_de_una_hoja_con	2,95	Enfoscado de cemento	0,010
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,080
		Enfoscado de cemento	0,010
C26_Tabique_de_una_hoja_con	0,57	Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,080
		Panel de poliestireno XPE	0,040
		Placa de yeso laminado	0,010
		Enfoscado de cemento	0,010
C28_Tabique_de_una_hoja_con	0,57	Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas co	0,005
		Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0,080
		Panel de poliestireno XPE	0,040
		Placa de yeso laminado	0,010
		Enfoscado de cemento	0,010
C30_Terreno_bajo_forjado_san	4,80	Tierra vegetal [d < 2050]	0,020

2.3.- Cerramientos semitransparentes

2.3.1.- Vidrios



Nombre	U (W/m ² K)	Factor solar
V01_Doble_acristalamiento_LO	1,10	0,59
V02_Puerta	1,90	0,00
V03_Puerta	2,00	0,00

2.3.2.- Marcos

Nombre	U (W/m ² K)
R01_Fijo_TECHNAL_de_83x215_c	4,00
R02_Fijo_de_aluminio_de_100x	4,00
R03_Fijo_de_aluminio_de_103x	4,00
R04_Fijo_de_aluminio_de_112x	4,00
R05_Fijo_de_aluminio_de_112x	4,00
R06_Fijo_de_aluminio_de_165x	4,00
R07_Fijo_de_aluminio_de_215x	4,00
R08_Fijo_de_aluminio_de_232x	4,00
R09_Fijo_de_aluminio_de_237x	4,00
R10_Fijo_de_aluminio_de_237x	4,00
R11_Puerta	1,90
R12_Puerta_abisagrada_practi	4,00
R13_Puerta	2,00
R14_Ventana_abisagrada_pract	4,00
R15_Ventana_abisagrada_pract	5,70
R16_Ventana_abisagrada_pract	4,00
R17_Ventana_abisagrada_pract	4,00
R18_Ventana_abisagrada_pract	4,00
R19_Ventana_corredera_simple	4,00
R20_Ventana_corredera_simple	4,00



2.3.3.- Huecos

Nombre	H01_Puerta
---------------	------------

Acrilamiento	V02_Puerta
Marco	R11_Puerta
% Hueco	99,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	1,90
Factor solar	0,05

Nombre	H02_Puerta
Acrilamiento	V03_Puerta
Marco	R13_Puerta
% Hueco	99,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,00
Factor solar	0,05

Nombre	H03_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R14_Ventana_abisagrada_pract
% Hueco	36,89
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	2,17
Factor solar	0,42

Nombre	H04_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R05_Fijo_de_aluminio_de_112x



% Hueco	10,47
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,40
Factor solar	0,54

Nombre	H05_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R20_Ventana_corredera_simple
% Hueco	35,36
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	2,13
Factor solar	0,43

Nombre	H06_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R07_Fijo_de_aluminio_de_215x
% Hueco	6,99
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,30
Factor solar	0,56

Nombre	H07_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R02_Fijo_de_aluminio_de_100x
% Hueco	11,27
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,43
Factor solar	0,54



Nombre	H08_Ventana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R06_Fijo_de_aluminio_de_165x
% Hueco	8,88
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,36
Factor solar	0,55

Nombre	H09_Ventana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R15_Ventana_abisagrada_pract
% Hueco	37,84
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	2,84
Factor solar	0,44

Nombre	H10_Ventana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R16_Ventana_abisagrada_pract
% Hueco	41,09
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	2,29
Factor solar	0,40

Nombre	H11_Ventana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R17_Ventana_abisagrada_pract
% Hueco	36,52
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00



U (W/m²K)	2,16
Factor solar	0,42

Nombre	H12_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R18_Ventana_abisagrada_pract
% Hueco	35,96
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	2,14
Factor solar	0,42

Nombre	H13_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R10_Fijo_de_aluminio_de_237x
% Hueco	6,68
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,29
Factor solar	0,56

Nombre	H14_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R03_Fijo_de_aluminio_de_103x
% Hueco	12,09
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,45
Factor solar	0,53

Nombre	H15_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO



Marco	R08_Fijo_de_aluminio_de_232x
% Hueco	7,20
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,31
Factor solar	0,56

Nombre	H16_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R12_Puerta_abisagrada_practi
% Hueco	18,71
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	1,64
Factor solar	0.50

Nombre	H17_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R01_Fijo_TECHNAL_de_83x215_c
% Hueco	9,55
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	1,38
Factor solar	0,55

Nombre	H18_Ventana
Acrilamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R19_Ventana_corredera_simple
% Hueco	26,65
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	3,00
U (W/m²K)	1,87
Factor solar	0,47



Nombre	H19_Ventana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R04_Fijo_de_aluminio_de_112x
% Hueco	10,99
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,42
Factor solar	0,54

Nombre	H20_Ventana
Acristalamiento	V01_Doble_acristalamiento_LO
Marco	R09_Fijo_de_aluminio_de_237x
% Hueco	7,20
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	9,00
U (W/m²K)	1,31
Factor solar	0,56

3.- Sistemas

Nombre	S_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_1_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	Distribuidor_Pasillo_Radiador_1_3_Elementos_sis_mixto_calef_acs_1
Zona asociada	P02_E04_Distribui
Nombre unidad terminal	Cocina_Radiador_2_6_Elementos_sis_mixto_calef_acs_1
Zona asociada	P02_E01_Cocina
Nombre unidad terminal	Distribuidor_Pasillo_Radiador_3_2_Elementos_sis_mixto_calef_acs_1
Zona asociada	P02_E04_Distribui
Nombre unidad terminal	Zona_de_Horno_Galeria_Radiador_4_3_Elementos_sis_mixto_calef_



Zona asociada	P02_E03_Zona_de_H
Nombre unidad terminal	Zona_de_Estar_Radiador_5_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P02_E05_Zona_de_E
Nombre unidad terminal	Zona_de_Estar_Radiador_6_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P02_E05_Zona_de_E
Nombre unidad terminal	Salon_Comedor_Radiador_7_7_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P02_E02_Salon_Com
Nombre unidad terminal	Salon_Comedor_Radiador_8_7_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P02_E02_Salon_Com
Nombre unidad terminal	Dormitorio_1_Radiador_9_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E04_Dormitori
Nombre unidad terminal	Zona_de_Paso_Radiador_10_4_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E02_Zona_de_P
Nombre unidad terminal	Dormitorio_2_Radiador_11_5_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E01_Dormitori
Nombre unidad terminal	Dormitorio_3_Radiador_12_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E08_Dormitori
Nombre unidad terminal	Escaleras_Radiador_13_2_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E09_Escaleras
Nombre unidad terminal	Dormitorio_4_Radiador_14_8_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E10_Dormitori
Nombre unidad terminal	Aseo_Toallero_1_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P02_E06_Aseo
Nombre unidad terminal	Bano_4_Toallero_2_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E12_Bano_4
Nombre unidad terminal	Bano_1_Toallero_3_sis_mixto calef_acs_1
Zona asociada	P03_E03_Bano_1
Nombre unidad terminal	Bano_3_Toallero_4_sis_mixto calef_acs_1



Zona asociada	P03_E07_Bano_3
Nombre unidad terminal	Bano_2_Toallero_5_sis_mixto_calef_acs_1
Zona asociada	P03_E05_Bano_2
Nombre demanda ACS	D_sis_mixto_calef_acs_1
Nombre equipo acumulador	ninguno
Porcentaje abastecido con energía solar	30,00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	45,0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	70,0

11.- Equipos

Nombre	EQ_1_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	32,80
Rendimiento nominal	0,98
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convencional-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Gas Natural

5.- Unidades terminales

Nombre	Distribuidor_Pasillo_Radiador_1_3_Elementos_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E04_Distribui



Capacidad o potencia máxima (kW)	0,40
---	------

Nombre	Cocina_Radiador_2_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E01_Cocina
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,90

Nombre	Distribuidor_Pasillo_Radiador_3_2_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E04_Distribui
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,30

Nombre	Zona_de_Horno_Galeria_Radiador_4_3_Elementos_sis_mixto calef_
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E03_Zona_de_H
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,40

Nombre	Zona_de_Estar_Radiador_5_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E05_Zona_de_E
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,90

Nombre	Zona_de_Estar_Radiador_6_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E05_Zona_de_E
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,90

Nombre	Salon_Comedor_Radiador_7_7_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente



Zona abastecida	P02_E02_Salon_Com
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,60

Nombre	Salon_Comedor_Radiador_8_7_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E02_Salon_Com
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,60

Nombre	Dormitorio_1_Radiador_9_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E04_Dormitori
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,90

Nombre	Zona_de_Paso_Radiador_10_4_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E02_Zona_de_P
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,60

Nombre	Dormitorio_2_Radiador_11_5_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E01_Dormitori
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,70

Nombre	Dormitorio_3_Radiador_12_6_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E08_Dormitori
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,90

Nombre	Escaleras_Radiador_13_2_Elementos_sis_mixto calef_acs_1
---------------	---



Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E09_Escaleras
Capacidad o potencia máxima (kW)	0,30

Nombre	Dormitorio_4_Radiador_14_8_Elementos_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E10_Dormitori
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,20

Nombre	Aseo_Toallero_1_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E06_Aseo
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60

Nombre	Bano_4_Toallero_2_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E12_Bano_4
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60

Nombre	Bano_1_Toallero_3_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E03_Bano_1
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60

Nombre	Bano_3_Toallero_4_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E07_Bano_3
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60



Nombre	Bano_2_Toallero_5_sis_mixto_calef_acs_1
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P03_E05_Bano_2
Capacidad o potencia máxima (kW)	1,60

6.- Justificación

6.1.- Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
S_sis_mixto_calef_acs_1	30,0	30,0

7.- Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
<9,0 A		
9,0-14,8 B	13,8 B	
14,8-23,0 C		
23,0-35,3 D		
35,3-62,0 E		36,0 E
62,0-78,1 F		
>78,1 G		

	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	C	48,9	13261,4	E	96,7	26231,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m ²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	B	11,2	3039,2	E	30,9	8384,8
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	A	1,8	488,4	D	4,8	1301,5
Emisiones CO2 totales	B	13,8	3744,7	E	36,0	9767,7
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	54,3	14736,0	E	140,2	38036,3
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	A	9,0	2447,0	D	19,8	5377,2
Consumo energía primaria totales	C	66,4	18006,5	E	161,4	43794,7



5 BIBLIOGRAFÍA

5.1 HEMEROTECA

BOUBETA SANTOMÉ, Jose Manuel. **La rehabilitación actual: diagnóstico e intervención.** Prólogo, Jesús Paños; colaboradores, Fara Concheiro Pérez, Julián Gualberto Moreno, Daniel Suárez Pousa. Madrid: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, 2008. 177 p. ISBN: 978-84-86891-34-3.

COSCOLLANO RODRÍGUEZ, José. **Tratamiento de las humedades en los edificios.** Madrid: Paraninfo Thomson Learning, 2000. 334 p. ISBN: 84-283-2683-5.

SERRANO ALCUDIA, Francisco. **Patología de la edificación el lenguaje de las grietas.** 3ª ed. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación, 2005. 586 p. ISBN: 84-86957-90-7.

ARRIAGA MARTITEGUI, Francisco. **Intervención en estructuras de madera.** Madrid: AITIM, 2002. 506 p. ISBN: 84-87381-24-3.

URBÁN BROTÓNS, Pascual. **Construcción de estructuras de madera.** San Vicente: ECU, 2012. 433 p. ISBN: 978-84-9948-677-2.

Walton, Denis. **Manual práctico de construcción.** Madrid: A. Madrid Vicente Ediciones, 2010. 272 p. ISBN: 84-89922-27-6.

TEJELA JUEZ, Juan. **Rehabilitación, mantenimiento y conservación de cubiertas.** Autores secundarios: Daniel Delgado, Carlos Machín Hamalainen. Madrid: Tornapunta, 2011. 235 p. ISBN: 978-84-15205-02-9.

FERNÁNDEZ ORTEGA, Luis. **Prontuario de la construcción: manual de tablas y fórmulas.** 1ª Ed. Madrid: A. Madrid Vicente, 2006. 297 p. ISBN: 84-87440-29-0.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE MATERIALES AISLANTES (ANDIMAT). **Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (Sate) para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios.** Madrid: IDAE, 2012. 61 p. ISBN: 978-84-96680-59-3.

Normativa de aplicación no diseño de viviendas en Galicia. Santiago de Compostela: Colexio Oficial de Arquitectos de Galicia, 2011. 113 p. ISBN: 978-84-96712-36-2.

BROOKES, John. **Pequeña enciclopedia del diseño de jardines.** Madrid: Aguilar, cop. 1993. 224 p. ISBN: 84-03-59244-3.



BROTO, Carles. **Enciclopedia Broto de patologías de la construcción**. Barcelona: Links International, 2005-2006. 1.389 p. ISBN: 84-96424-35-9.

SÁNCHEZ-OSTIZ GUTIÉRREZ, Ana. **Cubiertas: cerramientos de edificios**. 2ª edición. Madrid: Dossat 2000, 2007. 388 p. ISBN: 978-84-96437-55-5.

SÁNCHEZ-OSTIZ GUTIÉRREZ, Ana. **Fachadas: cerramientos de edificios**. Prólogo Campo Baeza, Alberto. Madrid: CIE inversores Editoriales Dossat 2000, 2011. 912 p. ISBN: 978-84-939747-0-1.

5.2 PÁGINAS WEB

AYUNTAMIENTO DE TUI. [En línea]. Disponible en web: <http://www.concellotui.org/php/noticias.php?id=1185>

SIMPSON STRONG-TIE. Conectores para proyectos del hogar. [En línea]. Disponible en web: <http://www.strongtie.com/ftp/catalogs/c-diysp05.pdf>

SIMPSON STRONG-TIE. Conectores metálicos estructurales 2013-2015. [En línea]. Disponible en web: <http://www.strongtie.com/ftp/catalogs/C-2013SP.pdf>

THERMOCHIP. [En línea]. Disponible en web: <http://www.thermochip.com/wp-content/uploads/2014/03/thermochip-catalogo-2013.pdf>

KERABEN. [En línea]. Disponible en web: <http://www.keraben.com/>

CTE. Código Técnico de la Edificación. [En línea]. Disponible en web: <http://www.codigotecnico.org/web/>

CATASTRO. Portal de la Dirección General del Catastro. [En línea]. Disponible en web: <http://www.catastro.meh.es/>

SIGPAC. [En línea]. Disponible en web: <http://sigpac.magrama.es/fega/h5visor/>

BLOC DE NOTAS DE LA EDIFICACIÓN. David Cejudo Ingeniero de Edificación. [En línea]. Disponible en web: <http://davidcejudo.blogspot.com.es/search/label/patolog%C3%ADas>

DECORACIÓN DE JARDÍN.COM. [En línea]. Disponible en web: <http://decoraciondejardin.com/>



5.3 PROGRAMAS UTILIZADOS

AUTOCAD 2011.

CYPE CAD. Cálculo de estructuras

CYPE MEP. Instalaciones

LIDER. Demanda energética

CALENER VYP. Calificación energética

PRESTO. Mediciones y presupuesto

