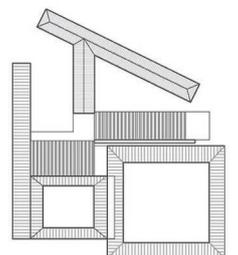


memorias  
presupuesto  
pliego de condiciones

FUNDACIÓN PÓRTICO  
Revitalización del entorno de San Agustín  
Trabajo Fin de Máster · Lucía Ferrer Gómez





# ÍNDICE

<b>1. Memoria descriptiva</b>	<b>5</b>
Cuadro de superficies	15
<b>2. Memoria constructiva</b>	<b>19</b>
<b>1. Sustentación del edificio</b>	<b>21</b>
- ESTUDIO GEOTÉCNICO	23
1.1. Antecedentes	23
1.2. Encuadre geológico	23
1.3. Trabajos realizados	24
1.4. Nivel freático	26
1.5. Características de los materiales y perfil litológico del terreno	26
1.6. Cimentaciones	28
1.7. Conclusiones y recomendaciones	29
<u>ANEXO I.</u> - Croquis de situación	31
<b>2. Seguridad estructural</b>	<b>33</b>
2.1. DATOS PREVIOS	35
2.2. ESTRUCTURA DEL CLAUSTRO-BIBLIOTECA	36
2.2.1. Celosía de pletinas y llantas de acero	37
2.2.2. Pórtico rígido. Celosía y cubierta	38
- Dimensionado de vigas principales	38
- Dimensionado de correas	49
- Anclajes	51
2.3. ESTRUCTURA DEL CLAUSTRO PEATONAL	56
2.3.1. Pórtico general	57
- Celosía de acero corten plegado. Lado exterior	57
- Pórtico longitudinal de pilares cajón. Lado interior	59
2.3.2. Pórtico transversal	71
- Dimensionado de pilares cajón	76

- Dimensionado de correas inferiores	78
- Dimensionado de viga en voladizo	79
- Dimensionado de anclajes	81
2.3.3. Pórtico en encuentro con fachada	87
- Dimensionado de pilares circulares de acero	93
- Dimensionado de vigas	94
- Dimensionado de de anclaje a zapata	94
2.3.4. Pórtico en encuentro con claustro-biblioteca	95
- Viga inferior, zuncho escalera	101
- Estructura lucernario	103
2.4. PLATAFORMA DE ACCESO	105
2.4.1. Pórtico pilar-viga apoyada	106
- Dimensionado de vigas	112
- Dimensionado de pilares	113
- Dimensionado de anclaje a zapata	115
- Dimensionado de correas	116
2.4.2. Viga de acero de cierre	118
- Viga en voladizo. Apoyo de escalera	124
2.5. ZAPATAS Y RIOSTRAS.	131
<u>ANEXO II.</u> - Cálculos Cype	133
<b>3. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones</b>	145
3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA	147
3.2. SANEAMIENTO	149
3.3. CALEFACCIÓN	150
3.4. REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN	152
3.5. ELECTRICIDAD	154
<b>3. Cumplimiento del CTE</b>	155
1. Seguridad en caso de incendio	157
SI 1. Propagación interior	159

SI 2. Propagación exterior	165
SI 3. Evacuación de ocupantes	166
SI 4. Instalaciones de protección contra incendios	169
SI 5. Intervención de los bomberos	174
SI 6. Resistencia al fuego de la estructura	175
<b>2. Seguridad de utilización y accesibilidad</b>	<b>177</b>
SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas	179
SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento	187
SUA 3. Seguridad frente al riesgo de atrapamiento en recintos	189
SUA 4. Seguridad frente al riesgo por causado por iluminación inadecuada	191
SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación	194
SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento	195
SUA 7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento	196
SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción de un rayo	197
SUA 9. Accesibilidad	199
<b>3. Salubridad</b>	<b>203</b>
HS 1. Protección frente a la humedad	206
HS 2. Recogida y evacuación de residuos	227
HS 3. Calidad del aire interior	228
HS 4. Suministro de agua	232
HS 5. Evacuación de aguas	238
<b>4. Protección frente al ruido</b>	<b>245</b>
Aislamiento acústico	252
Tiempo de reverberación	256
Ruido y vibración de las instalaciones	258

<b>5. Ahorro de energía</b>	261
HE 1. Limitación de la demanda energética	263
HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas	279
HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	281
HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria	283
HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica	284
<b>4. Presupuesto</b>	285
1. Medición y presupuesto	287
2. Precios descompuestos	295
3. Resumen de presupuesto	303
<b>5. Pliego de condiciones técnicas</b>	305

# 1. MEMORIA DESCRIPTIVA



## LUGAR | barrio de San Agustín, Zaragoza

El barrio de San Agustín surge como tal a finales del siglo XIII, fuera del perímetro amurallado de la ciudad romana, pero intramuros de la medieval.

El desarrollo urbano de finales del siglo XV y sobre todo del XVI propiciará la consolidación del espacio comprendido entre las calles de Alonso V y Coso. Hasta entonces sólo existía el incipiente núcleo de las Tenerías, pero la zona presentaba problemas de salubridad e higiene. Todo este sector se saneará en la época creándose fuertes aterrazamientos y rellenos con tierras procedentes del espacio cercano a la muralla medieval.

Al mismo tiempo, las fundaciones religiosas demandaban expansionarse por la geografía nacional. Éstas encontraron el camino en los reyes cristianos, quienes deseaban impulsar la ocupación de territorios desiertos dentro de grandes poblaciones.

Así llegaron con voluntad decidida los agustinos, cuya estancia en un primer momento de pequeñas edificaciones se consolida a partir del siglo XIV, cuando empiezan a construir dependencias importantes como el convento, la iglesia o capilla y el claustro. El asentamiento del convento en este sector tuvo como consecuencia la de actuar como motor en el desarrollo urbanístico del barrio, que con un inicio coetáneo al de San Pablo, se convertiría en un importante foco cultural con incidencia en la ciudad.

Sin embargo, desde la Guerra de la Independencia el barrio comenzó un proceso de declive. En 1909 fue bombardeado el convento de Santa Mónica y defendido el de San Agustín, el cual vivió los combates de la Guerra en su interior. Tras la desamortización de Mendizábal en 1835 el convento pasa a manos del Estado. A partir de ese momento no dejará de ser de titularidad militar hasta la época reciente.



Plano de la ciudad en 1769, un meandro del Huerva rodea el Barrio de San Agustín

En la actualidad, el barrio de San Agustín presenta todavía cierto grado de deterioro, propiciado por dos circunstancias: por un lado la permanencia de un tramo de muralla medieval empotrado en las casas de la calle Alonso V crea una barrera que aísla al barrio de su propio entorno y por otro lado la ubicación del albergue municipal de transeúntes junto al solar del antiguo convento ha venido siendo un foco de concentración de personas de cierta conflictividad social.

Sin embargo, la rica historia de San Agustín hace de él un lugar con numerosas potencialidades que deben ser utilizadas en beneficio del propio barrio, comenzando un proceso de revitalización que le permita hacerse partícipe del centro histórico y ser reconocido por la ciudad como un foco histórico y cultural.

“En los últimos años algunos esfuerzos urbanísticos municipales se han dirigido hacia la recuperación de espacios públicos como las plazas de San Agustín y de las Eras y las calles de la Viola y Palomar, pero han sido insuficientes para cambiar sustancialmente el modelo de vida y convivencia del barrio que sin duda requiere un ambicioso proyecto que podría arrancar del diseño y recuperación del área del antiguo convento de San Agustín.”<sup>1</sup>



Barrio de San Agustín en 1996

---

<sup>1</sup> ÁLVAREZ GRACIA, A. (1996). *Visión Histórica del convento de San Agustín de Zaragoza y del barrio de su nombre*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico. p. 18.

## SOLAR | evolución histórica y condición actual

Desde la época romana se suceden en el solar asentamientos ininterrumpidos. Excavaciones arqueológicas recientes han confirmado la existencia de un sector densamente poblado. Además, se han reconocido en el solar del convento de San Agustín algunos restos arqueológicos de la época como un aljibe o depósito y reductos de pavimentos.

Posteriormente, se constata la existencia de una necrópolis musulmana en el sector de la muralla medieval de la calle Alonso V, se trata de la maqbarah de la Bab-al qibla.

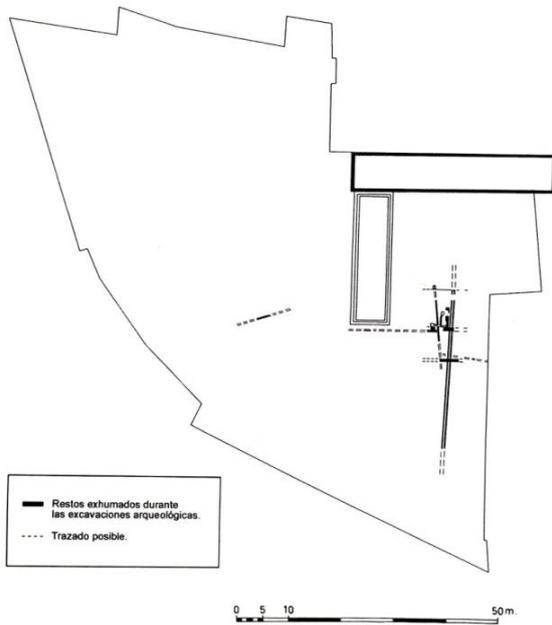
En el siglo XIII aparecen las órdenes mendicantes, que a diferencia de las congregaciones más antiguas se incorporan a la vida de las grandes ciudades, entre ellas los franciscanos, agustinos y dominicos. El efímero asentamiento del convento franciscano en este sector tuvo la consecuencia de actuar como motor cultural de la ciudad, además de ejercer un papel importante en el desarrollo urbanístico del barrio.

En 1283, los agustinos toman posesión del solar, junto con la huerta del actual parque Bruil. Arqueológicamente, la construcción del claustro antiguo, de estilo gótico, se fecha en la primera mitad del siglo XIV. Su planta es cuadrada y ochavada por el interior. Se ha recuperado la traza del mismo a través de los cimientos de cal y canto. Este claustro regirá la vida del convento, hasta que en la segunda mitad del siglo XVI se construya el nuevo. No obstante, el claustro antiguo seguirá en uso hasta el final de la vida del convento.

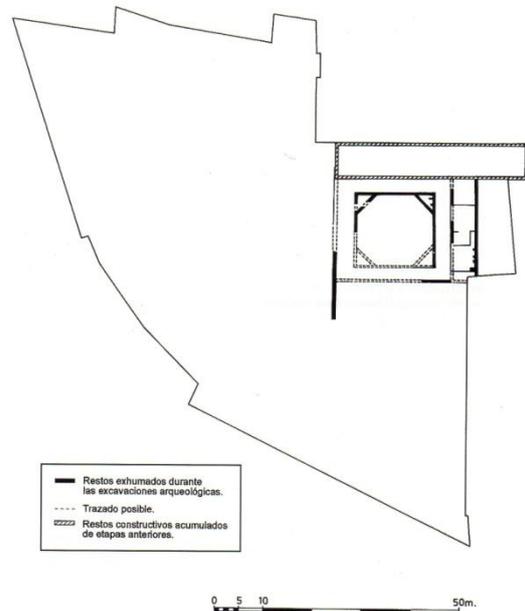
El siglo XVI es la época de consolidación y engrandecimiento del convento, realizándose numerosas obras. La más destacada es la construcción de un nuevo claustro, de estilo mudéjar, para articular el conjunto edificado y la iglesia. El claustro centrará la vida del convento, siendo lugar de tránsito para desplazarse desde la celda a la iglesia, lugar de paseo y de meditación además de espacio ideal para acceder a cualquier dependencia.

El convento tuvo una incidencia directa en la urbanización del barrio al ordenar desde sus muros hacia el interior un amplio espacio, la mayor unidad del conjunto del barrio y en segundo lugar porque el convento de San Agustín ordena el espacio exterior conforme a una retícula de calles regida por una plaza trapezoidal de principios del siglo XVII, que dará lugar a la actual plaza de San Agustín.

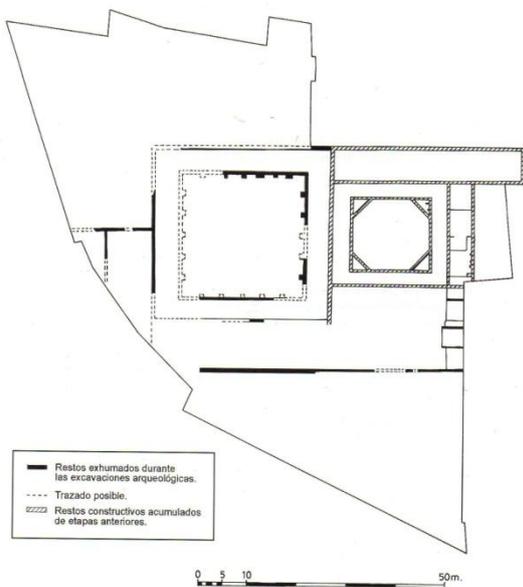
Durante el siglo XVII se construye el gran edificio que los militares habilitaron para hornos. Este edificio se comunicaba con el claustro grande por la planta baja, que era porticada para dejar paso a una pequeña plazoleta. Los restos constructivos del muro porticado que encontramos actualmente en el solar pertenecerían a la fachada de este edificio.



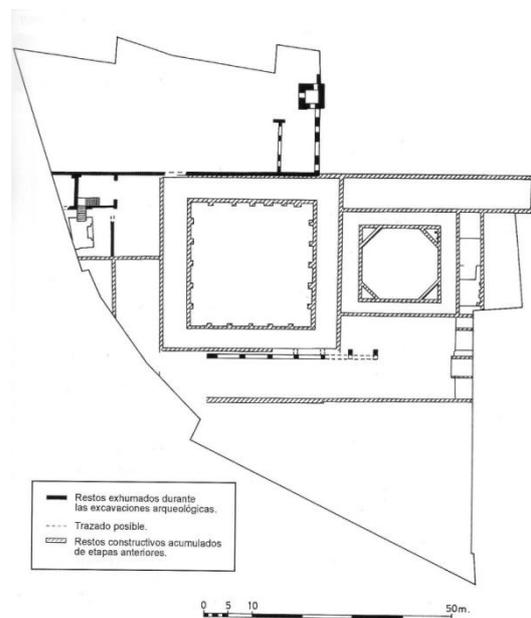
Restos constructivos anteriores a 1300



Restos constructivos anteriores a 1400



Restos constructivos anteriores a 1600



Restos constructivos anteriores a 1800

Tras la Guerra de la Independencia, la ciudad queda asolada y reducida a la cuarta parte de su extensión. En particular el desastre se ceba en el extrarradio, en los sectores de murallas y conventos. El convento de San Agustín y la barriada quedan maltrechos y su recuperación parcial sólo se alcanzará con las escasas mejoras urbanas consecuencia de la llegada del ferrocarril.

En 1835, el convento pasará a ser ocupado por el Ejército tras la desamortización, siendo abandonado definitivamente en 1978. A través de la llamada “Operación Cuarteles” el recinto pasó a ser de propiedad municipal. Inicialmente fue ocupado por la policía municipal para, a continuación, ser utilizado como contenedor de enseres domésticos procedentes de los lanzamientos.

Será en 1987 cuando se redacte un Anteproyecto de rehabilitación del Cuartel de San Agustín, que pretendía realizar una primera aproximación al tema de las operaciones revitalizadoras del Centro Histórico. En dicho proyecto se establecían cuatro guías de intervención: necesidad de saneamiento desde el punto de vista de salubridad pública, intervención en un punto estratégico como nuevo foco revitalizador del Centro Histórico y de unión de éste y el resto de la ciudad, mejora de la escena urbana en un lugar en el que la edificación ofrecía y ofrece un aspecto caótico y abandonado y recuperación de elementos arquitectónicos y urbanísticos de interés artístico e histórico.

En los últimos años se ha llevado a cabo la primera intervención en el solar, con la construcción del Centro de Historias sobre las trazas de la antigua iglesia del convento. Con ella ha mejorado una parte del entorno de la plaza de San Agustín, pero sigue siendo un fragmento independiente en su conexión con la ciudad, que continúa cerrando al barrio en sí mismo.

El solar ofrece la intervención en un punto estratégico de San Agustín que, siguiendo los principios ya apuntados en el Anteproyecto de 1987, necesita de la creación de un foco revitalizador que cohesione el barrio con el resto de la ciudad, ordene y ponga en valor la amalgama de episodios históricos que allí se encuentran.



Estado actual del solar

## PROYECTO | estrategia de intervención

El punto de partida para la intervención en el solar es sin duda una lectura histórica, narrada principalmente a través de las huellas del convento de San Agustín.

Por otro lado, esta parte del barrio cuenta con unas necesidades claras cuya solución debe ser objeto del proyecto: dar sentido a un fragmento de ciudad sobre el que ocurren episodios diversos que deben ser tratados como uno solo que los integre; activar el barrio y con ello la plaza de San Agustín, que vive tras la muralla medieval y necesita de actividad y relación con la ciudad.; el barrio cuenta con un patrimonio histórico casi olvidado, que debe ser mostrado y valorado por el resto de la ciudad.

Tomando estas premisas como arranque, se plantea la creación de un edificio organismo, compuesto por pequeños volúmenes que se extienden alrededor del trazado de los antiguos claustros como en su día lo hizo el convento. Esta organización en piezas de menor tamaño permite separar los usos del programa que tienen una condición independiente, como son museo, residencia y talleres, y conectar aquellos que precisen un recorrido común.

Así pues, el proyecto contempla la construcción de los dos claustros como parte fundamental de la propuesta, respondiendo a dos funciones diferenciadas. El de menor tamaño, sobre las trazas del antiguo claustro gótico posee un carácter privado de sentido conventual, que servirá para organizar los espacios de la biblioteca volcando al jardín interior. El claustro mudéjar se elevará en dos alturas: la superior tendrá vocación de espacio público, sirviendo como articulación de las piezas que lo rodean y otorgando unidad a los fragmentos a través de su organización mediante un recorrido perimetral. La altura inferior, a cota de la calle Asalto contendrá la exposición temporal. De este modo, lo que actualmente funciona como plaza se convierte en espacio de tránsito y la plaza de San Agustín recupera su función original de espacio de reunión.



Vista desde el recorrido público del claustro

En cuanto a los restos constructivos hallados en el solar, catalogados durante las diferentes excavaciones arqueológicas, se ha optado por una posición de respeto e integración. El muro porticado del siglo XVII es conservado e incorporado como fachada a la pieza de salón de actos y exposición permanente, mientras que el muro paralelo que define el volumen se situará sobre la huella del antiguo, que será derruido dado su penoso estado de conservación.

Del mismo modo, los fragmentos del convento acumulados a lo largo de distintas épocas en el interior del claustro mudéjar son desenterrados y mostrados al público que circula por las pandas, en un recorrido volcado al interior que busca la evocación del espacio original.

Los materiales utilizados son tradicionales, dado el entorno histórico en el que nos encontramos y la tradición del ladrillo que desprenden sus muros. El conjunto trata de buscar la máxima integración con el entorno en el que se encuentra y no destacar respecto a éste.

Además, el edificio del antiguo cuartel de San Agustín, actualmente de propiedad municipal y sin uso, se incorpora al conjunto acogiendo el programa de residencia y talleres, dada la escala doméstica del espacio entre crujiás.



Propuesta integrada en el solar



## CUADRO DE SUPERFICIES

PLANTA BAJA	SUPERFICIE ÚTIL
Acceso	39,72 m <sup>2</sup>
Exposición temporal	515,20 m <sup>2</sup>
Vestíbulo	88,10 m <sup>2</sup>
Aseos	47,20 m <sup>2</sup>
Cuarto climatización	15,00 m <sup>2</sup>
Patio ventilación	25,00 m <sup>2</sup>
Administración	55,60 m <sup>2</sup>
Despacho de dirección	32,00 m <sup>2</sup>
Almacén administración	21,30 m <sup>2</sup>
Salón de actos	196,00 m <sup>2</sup>
Camerino	8,40 m <sup>2</sup>
Cuarto climatización salón de actos	17,00 m <sup>2</sup>
Depósito de obras	55,00 m <sup>2</sup>
Almacenes, superficie total	184,40 m <sup>2</sup>
Recintos de instalaciones, superficie total	164,00 m <sup>2</sup>
Acceso y descarga de vehículo	84,00 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA BAJA</b>	<b>1547,92 m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA PLANTA BAJA</b>	<b>1845,63 m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA ABIERTA PLANTA BAJA</b>	<b>1154,25 m<sup>2</sup></b>
PLANTA PRIMERA	SUPERFICIE ÚTIL
Acceso exterior recorrido público	110,20 m <sup>2</sup>
Claustro cubierto, recorrido público	538,60 m <sup>2</sup>
Acceso museo	31,40 m <sup>2</sup>
Vestíbulo museo	141,60 m <sup>2</sup>
Cafetería	69,40 m <sup>2</sup>
Control salón de actos	28,50 m <sup>2</sup>
Almacén control salón de actos	18,70 m <sup>2</sup>
Cuarto de instalaciones	16,00 m <sup>2</sup>
Biblioteca, acceso	58,70 m <sup>2</sup>
Sala de lectura	157,40 m <sup>2</sup>

Consulta	90,70 m <sup>2</sup>
Taller 5	63,70 m <sup>2</sup>
Almacén taller	6,20 m <sup>2</sup>
Distribuidor zona talleres	45,90 m <sup>2</sup>
Aseo	4,45 m <sup>2</sup>
Cuarto climatización	13,30 m <sup>2</sup>
Residencia, porche de acceso	89,30 m <sup>2</sup>
Vestíbulo	72,80 m <sup>2</sup>
Conserjería	5,20 m <sup>2</sup>
Estar común	32,31 m <sup>2</sup>
Aseo	4,50 m <sup>2</sup>
Cuartos de instalaciones	12,90 m <sup>2</sup>
Taller 1	40,50 m <sup>2</sup>
Almacén taller	8,50 m <sup>2</sup>
Taller 2	40,50 m <sup>2</sup>
Almacén taller	8,50 m <sup>2</sup>
<hr/>	
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA PRIMERA	1712,76 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA PLANTA PRIMERA	1347,82 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA ABIERTA PLANTA PRIMERA	1183,80 m <sup>2</sup>

PLANTA SEGUNDA	SUPERFICIE ÚTIL
Exposición permanente, sala 1	246,10 m <sup>2</sup>
Exposición permanente, sala 2	205,40 m <sup>2</sup>
Cuarto climatización	10,60 m <sup>2</sup>
Biblioteca, consulta	90,70 m <sup>2</sup>
Taller 6	63,70 m <sup>2</sup>
Almacén taller	6,20 m <sup>2</sup>
Distribuidor zona talleres	45,90 m <sup>2</sup>
Aseo	4,45 m <sup>2</sup>
Cuarto climatización	13,30 m <sup>2</sup>
Residencia, vestíbulo	55,30 m <sup>2</sup>
Cocina común	20,10 m <sup>2</sup>
Estar común	38,00 m <sup>2</sup>
Cuarto de limpieza	4,50 m <sup>2</sup>
Cuarto de instalaciones	4,80 m <sup>2</sup>

Taller 3	65,10 m <sup>2</sup>
Almacén taller	9,10 m <sup>2</sup>
Corredor exterior de acceso a habitaciones	45,60 m <sup>2</sup>
Habitación 1	37,30 m <sup>2</sup>
Habitación 2	37,30 m <sup>2</sup>
Habitación 3	37,30 m <sup>2</sup>
<hr/>	
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA SEGUNDA	1040,15 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA PLANTA SEGUNDA	1415,69 m <sup>2</sup>
<b>PLANTA TERCERA</b>	<b>SUPERFICIE ÚTIL</b>
Residencia, vestíbulo	55,30 m <sup>2</sup>
Cocina común	20,10 m <sup>2</sup>
Estar común	38,00 m <sup>2</sup>
Cuarto de limpieza	4,50 m <sup>2</sup>
Cuarto de instalaciones	4,80 m <sup>2</sup>
Taller 4	65,10 m <sup>2</sup>
Almacén taller	9,10 m <sup>2</sup>
Corredor exterior de acceso a habitaciones	45,60 m <sup>2</sup>
Habitación 4	37,30 m <sup>2</sup>
Habitación 5	37,30 m <sup>2</sup>
Habitación 6	37,30 m <sup>2</sup>
<hr/>	
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA TERCERA	378,50 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA PLANTA TERCERA	492,45 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	4679,03 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA CERRADA	4612,10 m <sup>2</sup>
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA ABIERTA	3338,05 m <sup>2</sup>

\*En el cómputo de la superficie útil están incluidos tanto espacios cerrados como abiertos interiores a límites del solar.



## 2. MEMORIA CONSTRUCTIVA



## 1. Sustentación del edificio



## ESTUDIO GEOTÉCNICO

### 1.1. ANTECEDENTES

El ámbito de actuación del proyecto corresponde al espacio comprendido entre el inicio de la calle Alonso V y su intersección con la calle Asalto, en Zaragoza.

Sobre la base de las actuaciones generales proyectadas se ha realizado el estudio geotécnico, reflejado en la presente memoria, y que comprende la ejecución de cuatro sondeos geotécnicos.

El objetivo de los sondeos es la identificación de los distintos estratos que constituyen el perfil litológico del terreno, realizándose los correspondientes ensayos in situ que permitan conocer la resistencia de los materiales de las distintas secciones. Además, se procede a la extracción de una serie de muestras litológicas para su posterior estudio y caracterización en laboratorio.

La localización de los ensayos realizados se indica en el croquis de situación adjunto en el anexo I.

### 1.2. ENCUADRE GEOLÓGICO

#### 1.2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES

La ciudad de Zaragoza se sitúa en el sector central de la Depresión del Ebro, a orillas del río Ebro y en la confluencia de éste con los ríos Gállego y Huerva.

La Depresión del Ebro está constituida geológicamente por una potente serie litológica sedimentada durante el Terciario, que en la ciudad de Zaragoza alcanza un espesor próximo a los 1000 metros.

En el sector de Zaragoza, esta unidad está constituida por arcillas y margas arcillosas grisáceas que alternan con yesos dispuestos en niveles o bancos de espesor variable, o bien en forma nodular-concrecional. También existen otras sales solubles como: anhidrita, halita, glauberita, etc.

Los depósitos aluviales dominantes en el entorno de Zaragoza, son los originados por el río Ebro. Están formados básicamente por gravas poligénicas predominantemente silíceas con matiz arenoso y con intercalaciones de arenas y limos. Estos depósitos se organizan en terrazas escalonadas, con espesores muy variables (de 5 a más de 25 metros), que pueden sintetizarse en tres tipos de terrazas: Inferiores (cotas topográficas por debajo de los 15 metros sobre el nivel del río), intermedias (cotas topográficas entre 50 y 20 metros) y Superiores (cotas topográficas por encima de los 60 metros).

Destaca un marcado perfil disimétrico en las terrazas del Ebro, concretamente el escalonamiento señalado se preserva en la margen derecha, mientras que en la izquierda las terrazas superiores están

desmanteladas por las más modernas quedando vestigios sólo de las terrazas inferiores. Este hecho se asocia a una divagación continua y prolongada del río Ebro hacia el NE (hacia el escarpe terciario de Remolinos).

Las terrazas del río Huerva también son de composición muy similar a las del Ebro, si bien como rasgo distintivo se cita una mayor abundancia de cantos calizos y de sílex terciarios.

### 1.2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS CONCRETAS

La zona de estudio se sitúa a cierta cercanía del río Huerva, geológicamente dentro de la terraza media del río Huerva, por lo que no está expuesta a inundaciones dada la marcada sobre elevación respecto a la lámina de agua del río.

## **1.3. TRABAJOS REALIZADOS**

### 1.3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo se realizaron entre los días 4 y 7 de abril de 2015.

Se realizaron 4 sondeos, siendo 44 m la cantidad de metros lineales perforados.

Para la realización de los trabajos se empleó una máquina de rotación TECOINSA TP-50, con un diámetro máximo de 113 mm.

La extracción de muestras y testigos se realizó por medio de tomamuestras de pared delgada (de 75, 80 ó 90 mm) o batería de pared doble o sencilla con corona de Widia (de 101 mm).

Las muestras se colocaron en cajas adecuadas, debidamente etiquetadas, para su posterior traslado y estudio en el Laboratorio.

Las obtenidas inalteradas se preservaron de toda pérdida de humedad, sellando las juntas de PVC en las que se extrajeron.

En el laboratorio se conservaron en la cámara húmeda hasta el momento de apertura para estudio.

Con base a las muestras extraídas en cada sondeo, se realizó el correspondiente perfil litológico.

Para conocer la capacidad portante de los diferentes niveles atravesados se realizaron in situ ensayos de penetración dinámica.

## ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA ESTÁNDAR (S.P.T)

La resistencia de penetración estándar se define como el número de golpes necesario para que el golpeo de la maza de 63,5 ( $\pm$  0,5) kg de masa en la cabeza del varillaje, cayendo desde una altura de 760 ( $\pm$  10) mm, consiga que el tomamuestras penetre 300 mm después del descenso inicial debido al propio peso del equipo y tras la denominada penetración de asiento.

Se utiliza habitualmente un tomamuestras de tipo bipartido. Este tomamuestras tiene 51 mm de diámetro exterior y 35 mm de interior.

En suelos con gravas la zapata es sustituida a veces por una zapata cónica de acero macizo de 51 mm de diámetro y 60° de ángulo cónico. EN estos casos deberá indicarse esta sustitución en el registro del ensayo.

El dispositivo de golpeo utilizado es el denominado martillo de seguridad, que es un dispositivo automático que garantiza que la energía transferida al varillaje sea la misma en todos los golpes y ensayos, con una frecuencia de golpe uniforme.

El rechazo se obtendrá cuando se alcancen 50 golpes en la penetración de asiento o en cualquiera de los dos intervalos de 150 mm, en cuyo caso se anotará la penetración alcanzada en cada ensayo.

El ensayo debe realizarse sin interrupción y con una frecuencia de golpeo inferior a 30 golpes por minuto.

La muestra obtenida con el tomamuestras bipartido se coloca en recipientes herméticos identificados por etiquetas.

- Resultados obtenidos

A la vista de los resultados obtenidos de los ensayos SPT llevados a cabo, se deduce:

- a. Estrato de relleno limoso con gravas. Se identifica en el sondeo en el primer metro de profundidad, con un número de golpes superior a 18.

- b. Estrato de arcillas compactas. Se localiza a una profundidad entre 1,30 y 3,00 m. Se manifiesta con una compacidad densa, obteniendo en algunos casos rechazo a la penetración.
- c. Estrato de gravas compactas. Situado a partir del tercer metro de profundidad.

### 1.3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras, una vez en el Laboratorio, fueron examinadas por personal especializado y agrupadas de modo conveniente; se decidió someter a ensayo una muestra representativa de cada uno de los tipos de suelo apreciados.

Los ensayos realizados fueron:

- a. Contenido en sulfatos solubles (UNE 103201:1996), para conocer el grado de agresividad del suelo frente al hormigón.
- b. Resistencia a compresión simple de testigo de calicanto (UNE-83-303 y 304:1984)

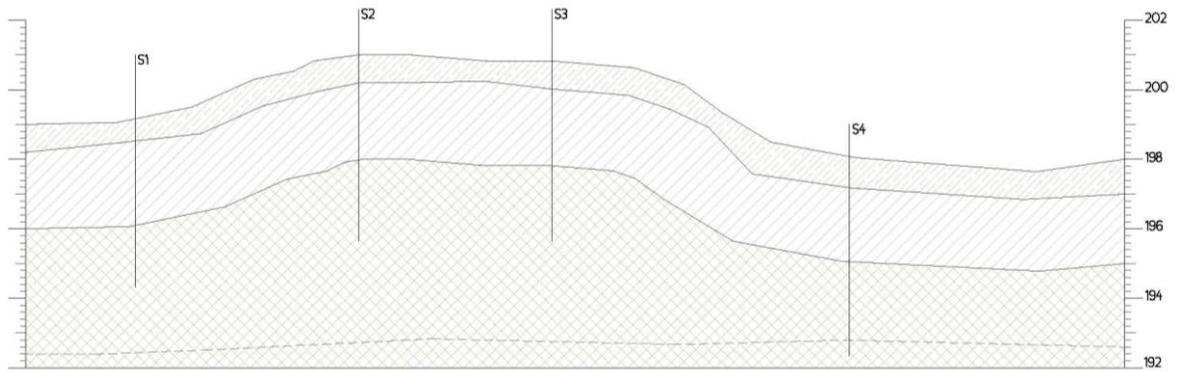
### **1.4. NIVEL FREÁTICO**

En el sondeo de mayor profundidad realizado (S-4) se observó la existencia de un nivel de agua, la medición realizada para dicho nivel determinó una profundidad de 4 m respecto al punto más bajo del proyecto (cota +193 m).

Este nivel de agua se asocia al nivel freático de los niveles aluviales o de terraza del Huerva.

### **1.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y PERFIL LITOLÓGICO DEL TERRENO**

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio de los materiales testificados en los sondeos se reconoce un terreno constituido fundamentalmente por los niveles que se describen a continuación, y que se reflejan gráficamente en el perfil de correlación siguiente.



### Nivel 1: Relleno antrópico

Está situado inmediatamente por debajo de la superficie del terreno y alcanza un espesor medio reconocido por 1 metro, con un máximo de 1,3 metros en S-1.

Poseen una composición variable; como regla general el primer metro está formado por limos arcillosos, arenas y arcillas con un variable contenido en cantos de grava-gravilla.

Como parámetros geotécnicos de este terreno se estiman los siguientes:

- Densidad aparente: 1,5-1,6 gr/cm<sup>3</sup>
- Cohesión: nula

Es un terreno excavable por medios convencionales y posee una estabilidad media a baja.

### Nivel 2: Arcillas compactas

Aparece por debajo del nivel de rellenos a una profundidad de 1 a 3 metros y alcanza un espesor máximo de 3,4 metros en S-2.

Geotécnicamente consideramos que los materiales que integran este nivel se clasifican como arcillas compactas con un comportamiento cohesivo medio.

Desde el punto de vista de la excavabilidad es un terreno de facilidad de excavación media, ya que no se reconoce cementación por carbonatos. La estabilidad del mismo frente a las excavaciones será también media, con ángulos estables entre los 45-50°.

Como parámetros geotécnicos estimados para este nivel pueden asignarse los siguientes:

- Resistencia de presión admisible: 200kN/m<sup>2</sup>
- Cohesión: media-alta

### Nivel 3: Gravas compactas

Aparece por debajo del nivel de arcillas a partir del tercer metro de profundidad. El perfil está caracterizado por un estrato de gravas compactas.

A la vista de los ensayos S.P.T. realizados, se deduce que se trata de un tipo de materiales que se presentan con una compacidad densa y una resistencia de presiones alta

Como parámetros geotécnicos estimados para este nivel pueden asignarse los siguientes:

- Resistencia de presión admisible: 500kN/m<sup>2</sup>
- Cohesión: alta

Según los resultados obtenidos sobre las muestras ensayadas, puede considerarse que el terreno natural no es agresivo al hormigón.

## 1.6. CIMENTACIONES

Teniendo en cuenta las características del proyecto, que no contempla la construcción a más profundidad que el actual nivel de la calle Asalto (+197 m), se considera que podría acometerse una cimentación superficial en la parte este apoyando en el estrato de arcillas compactas. Mientras que en la cimentación de la parte oeste, cuya cota de proyecto es tres metros superior, se recomienda una cimentación profunda mediante pozos de cimentación hasta alcanzar la misma cota de arcillas compactas, evitando así apoyarse en el estrato de rellenos antrópicos.

## 1.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

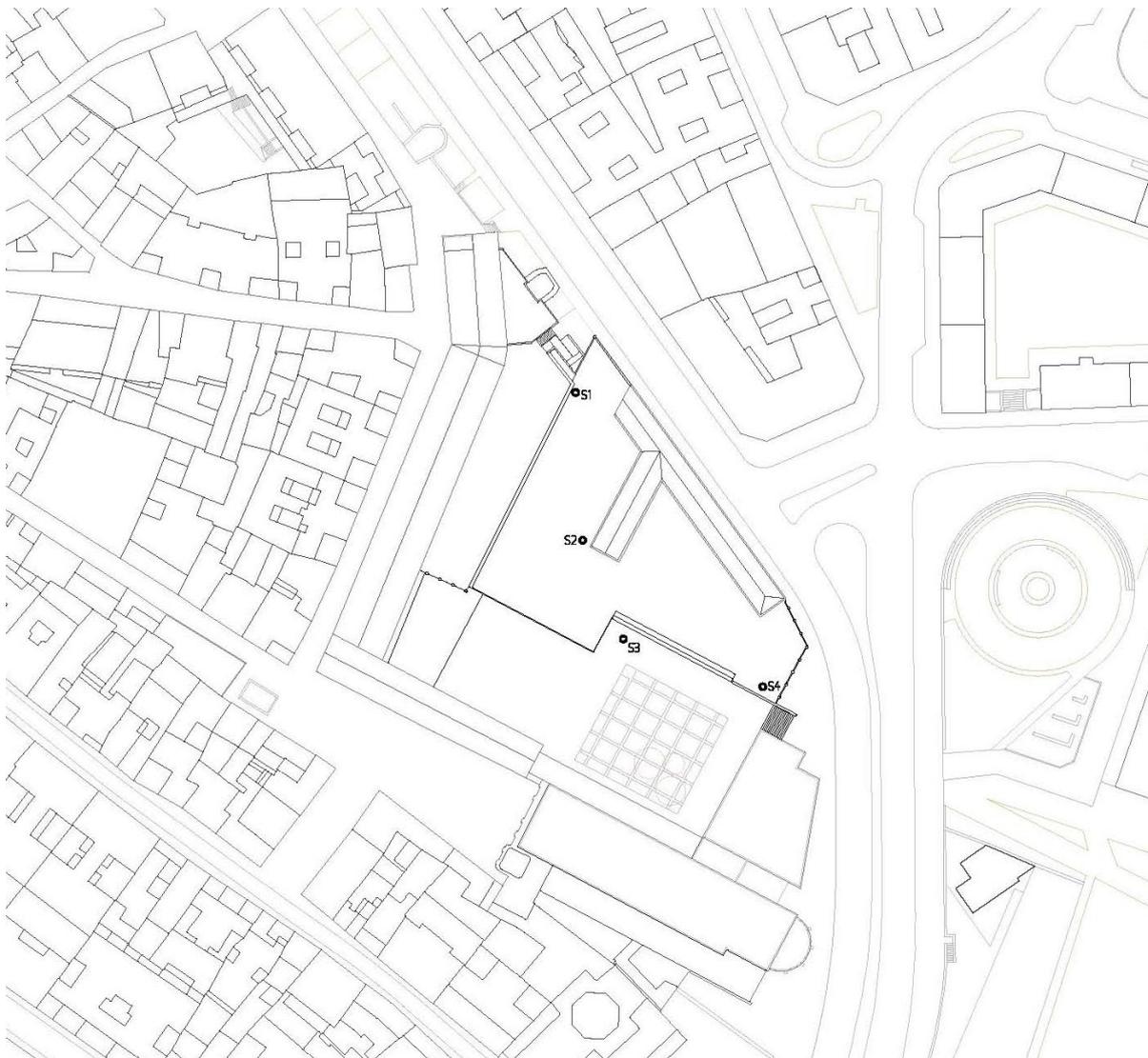
Siguiendo las instrucciones del petionario, el estudio se ha basado en la realización de seis sondeos y en la recopilación y análisis de datos geotécnicos existentes dentro del entorno de la zona.

A partir de los resultados obtenidos y la información recopilada pueden hacerse las siguientes consideraciones:

- Se identifica un modelo de terreno homogéneo dentro de la zona de estudio que consta de tres niveles litológicos, mostrados en el **perfil longitudinal** incluido en la presente memoria, y que de manera sintética, aunque ya han sido descritas anteriormente, son:
  - a. Nivel 1 de relleno antrópico, aparece desde la superficie del terreno y alcanza un espesor medio de 1 m. Está formado básicamente por limos arcillosos, arenas y arcillas con un variable contenido en cantos de grava-gravilla.
  - b. Nivel 2 o arcillas compactas, aparece a una profundidad de 1 a 3 metros y su espesor mínimo asignable es de al menos 2 metros. La cohesión del terreno es media-alta y su **resistencia de presión admisible es de 200kN/m<sup>2</sup>**.
  - c. Nivel 3 o gravas compactas, aparece a partir de los 3 metros de profundidad. La cohesión del terreno es alta y su resistencia de presión admisible es de 500kN/m<sup>2</sup>.
- Existe un **nivel freático**, situado en el momento de la ejecución de los trabajos a una profundidad de 4 m respecto al punto más bajo de la superficie actual. Se trata de un nivel de agua asociado a las terrazas medias del Huerva. En condiciones normales este nivel de agua se localiza a cota +190 m, si bien es considerado por seguridad a cota +193 ya que en momentos de avenida puede alcanzar valores similares al tomado.
- En cuanto al **tipo de cimentación**, podría efectuarse mediante cimentación superficial en la parte este, mientras que para la cimentación de la parte oeste se recomienda una cimentación profunda mediante pozos de cimentación hasta alcanzar el mismo estrato de arcillas, evitando así apoyarse sobre el estrato de relleno antrópico.
- En cuanto a la **sismicidad**, el término municipal de Zaragoza presenta, según la norma NCSE-02 (parte general y edificación), una aceleración sísmica menor del 0,04 g por lo que no será necesario aplicar la citada norma para el diseño de las cimentaciones de la estructura.
- Finalmente, según los ensayos químicos llevados a cabo sobre una serie de muestras para determinar el contenido en sulfatos solubles se deduce que el terreno natural no es agresivo al hormigón



## ANEXO I. CROQUIS DE SITUACIÓN





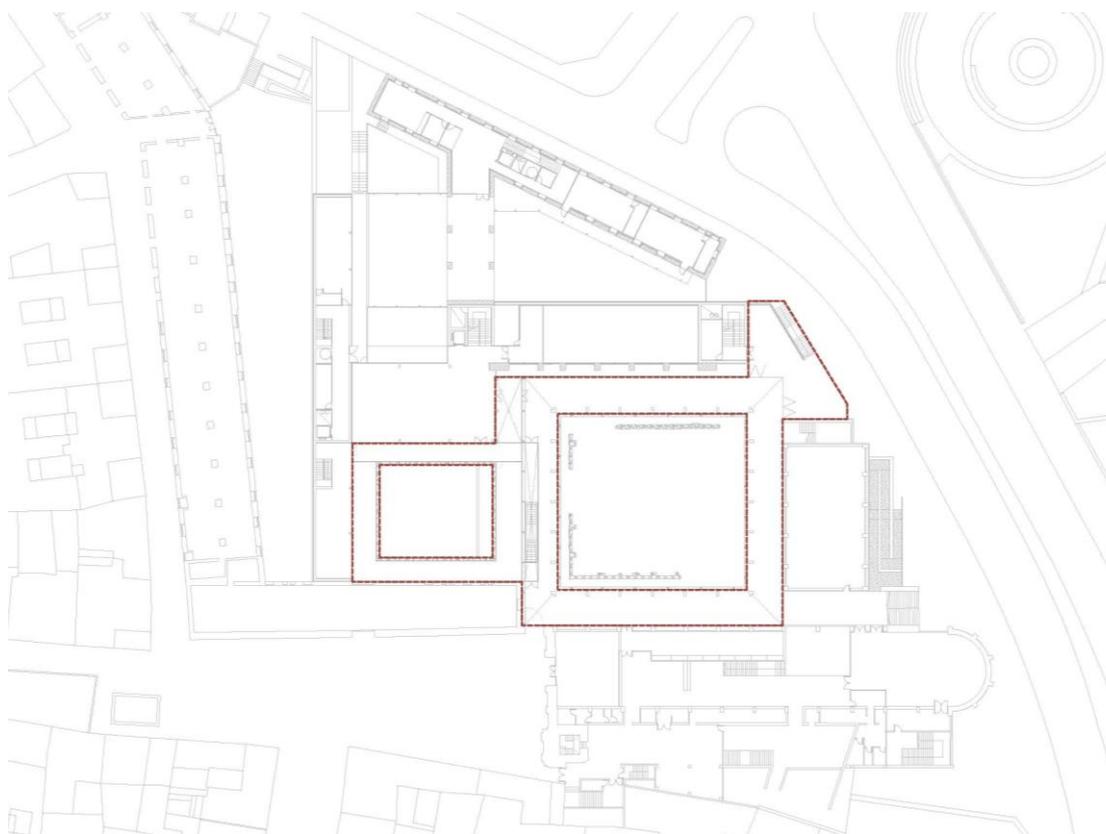
## 2. Seguridad estructural



## 2.1. DATOS PREVIOS

El sistema estructural objeto de estudio cuenta con un gran número de componentes de distintas características, los cuales van a ser calculados y dimensionados para una fracción de la estructura global. Se ha elegido calcular la parte del proyecto correspondiente a la estructura metálica, por contener los espacios más característicos del proyecto. De este modo, los restantes sistemas estructurales utilizados serán únicamente predimensionados.

El objetivo a desarrollar para la zona indicada consiste en dimensionar la estructura y realizar las comprobaciones pertinentes según la normativa vigente, según su solicitud y forma de trabajar.



## 2.2. ESTRUCTURA DEL CLAUSTRO-BIBLIOTECA

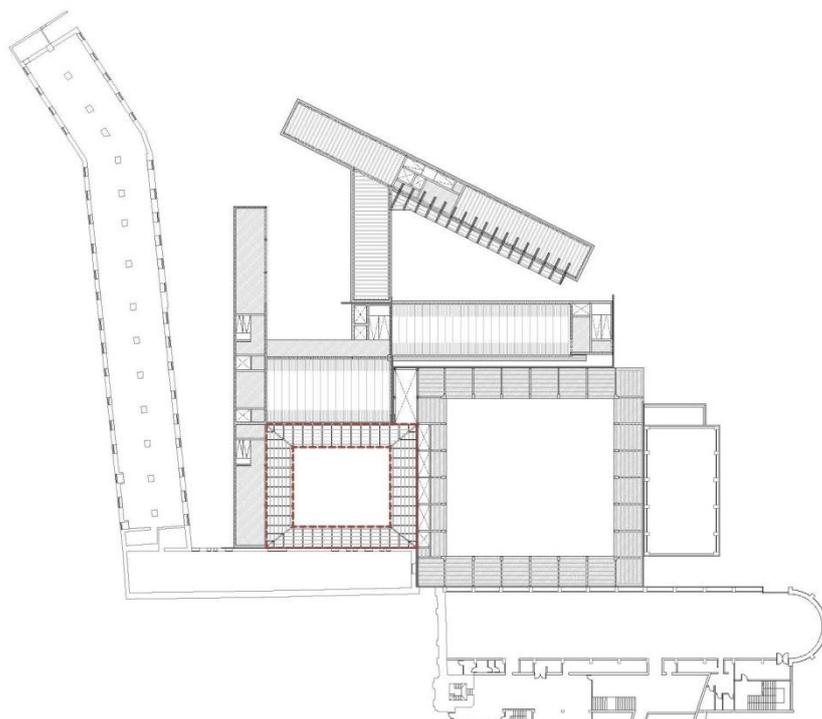
La estructura que conforma la geometría interior del claustro está formada a partir de una celosía perimetral de pletinas de acero a las que se une en su parte superior un palastro de acero. Sobre este palastro, apoyan una serie de vigas situadas cada 1,5 m que configuran la cubierta inclinada.

La transmisión de las cargas de la cubierta, nieve y viento se produce gracias a correas de acero dispuestas cada 0,6m.

El proceso seguido consiste en el cálculo de los pórticos formados por celosía, vigas y correas mediante el software MEFI (Método de Elementos Finitos en Ingeniería), desarrollado por la Universidad Politécnica de Cartagena. El programa realiza el análisis estático de problemas de elasticidad y de estructuras planas articuladas o rígidas a partir del cual la estructura será sometida a las distintas comprobaciones de estabilidad y resistencia (estado límite de servicio) y la aptitud para el servicio (estados límite últimos) siguiendo el CTE DB SE-A.

Para la confirmación de las cargas se parte del CTE DB SE-AE: ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN, a partir del cual se eligen los valores de carga y se toman las ecuaciones de comprobación necesarias. También mediante el CTE DB SE-A se tendrán en cuenta las comprobaciones ante la acción del fuego que afectan a su resistencia y estabilidad, disminuyendo su sección.

El cálculo y dimensionado de los anclajes se lleva a cabo con el programa CYPE, mediante el cual se realizan las comprobaciones pertinentes según la normativa vigente.

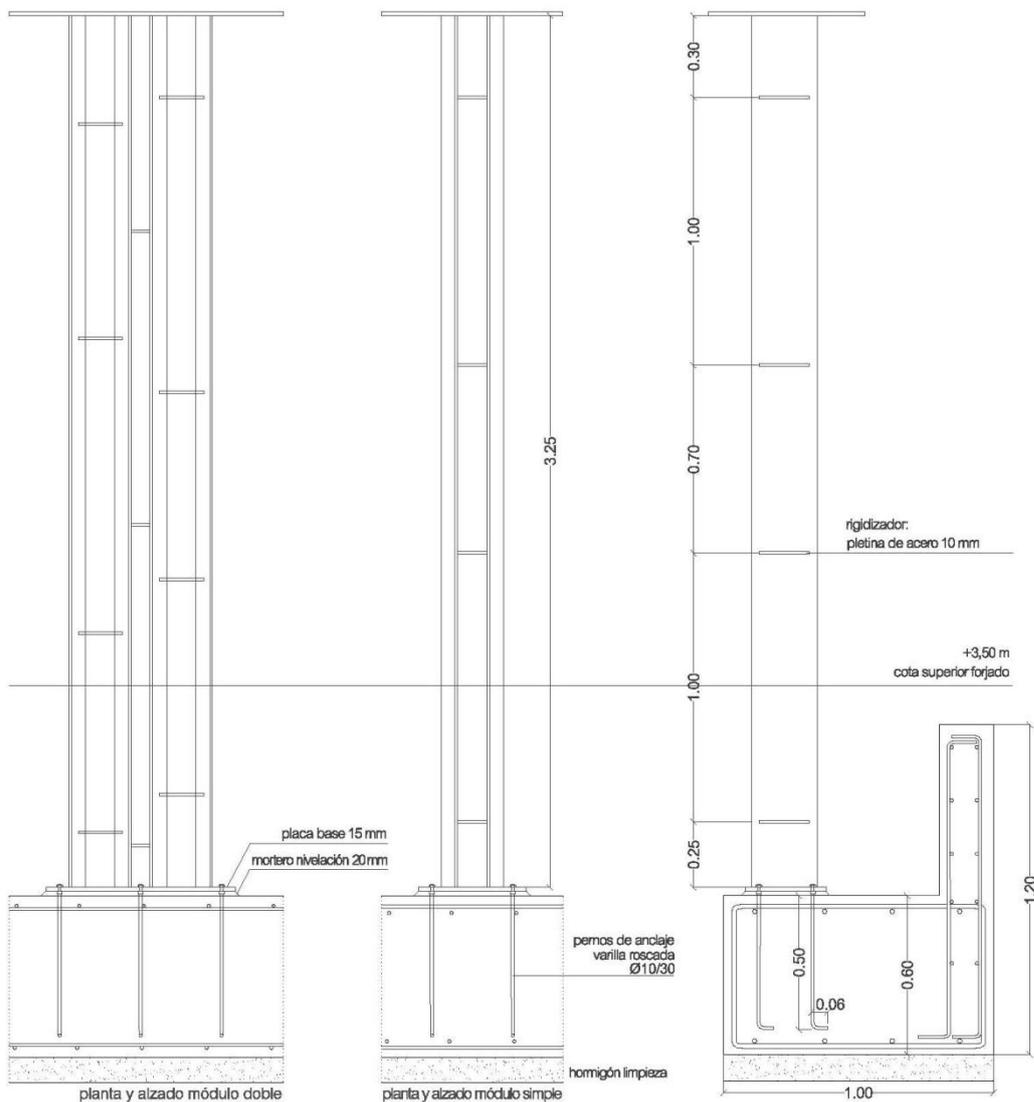


## 2.2.1. CELOSÍA DE PLETINAS Y LLANTAS DE ACERO

El claustro se encuentra cerrado en su perímetro interior mediante una celosía compuesta de pletinas y llantas de acero con un ritmo constante a través de la repetición de una serie de módulos.

Existen dos tipos de piezas regladas, ambas construidas a partir de pletinas de acero de 15 mm de espesor y trabadas cada una distancia máxima de 1m mediante llantas de 10 mm de espesor que otorgan inercia al perfil y mejoran su comportamiento estructural. Los módulos simples están compuestos por dos pletinas mientras que las piezas dobles contienen cuatro pletinas trabadas dos a dos y con determinadas llantas de refuerzo entre las dos piezas.

La resistencia estructural de ambos módulos ha sido comprobada mediante el programa de cálculo Ideas, a través del cual se ha realizado el modelado y mallado de los módulos, sometido a las cargas establecidas por la normativa correspondiente y estudiado a pandeo.



Sobre la parte superior de los módulos se colocará un palastro de acero que será la pieza estructural por medio de la cual se realizará la unión soldada de la celosía a las vigas de cubierta. La comprobación de dicho elemento puede consultarse en el apartado de anclajes, posterior a la justificación de cálculo de la cubierta y la evaluación de sus cargas.

## 2.2.2. PÓRTICO RÍGIDO. CELOSÍA Y CUBIERTA

### - Datos e hipótesis de partida

Los pórticos que componen los cuatro lados del claustro son iguales dos a dos, por lo que de entre ellos se elegirá el de mayor luz para realizar las comprobaciones de estructuras, siendo éste el caso más desfavorable.

En primer lugar se lleva a cabo el dimensionado de las vigas principales y posteriormente se realizará el de las correas transversales.

### - DIMENSIONADO DE VIGAS PRINCIPALES

- o Geometría de la estructura

Material		acero S275J0	
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción			
altura de la construcción	H	3,45	m
profundidad de la construcción	B	3,90	m
separación de pórticos	a	1,50	m

Geometría del pórtico			
ancho	B	3,90	m
altura en el borde izquierdo	$H_a$	3,25	m
altura en el borde derecho	$H_b$	4,17	m

Sección		
ancho de la sección de celosía	b	1,50
ancho de la sección de viga	b <sub>v</sub>	10,00
longitud de la sección de viga	h <sub>v</sub>	20,00

cm  
cm  
cm

- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

#### ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio.**

El peso propio será sumado a la carga permanente por el programa MEFI, obtenido por éste mediante la introducción de las características de la estructura.

- **Carga permanente.**

Para la carga permanente el valor tomado es 1 kN/m<sup>2</sup>, tal como establece la tabla C.5 del DB SE-AE.

**Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos**

Elemento	Peso
<b>Forjados</b>	kN / m <sup>2</sup>
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
<b>Cerramientos y particiones</b> (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
<b>Solados</b> (incluyendo material de agarre)	kN / m <sup>2</sup>
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldaños; grueso total < 0,15 m	1,5
<b>Cubierta, sobre forjado</b> (peso en proyección horizontal)	kN / m <sup>2</sup>
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
<b>Rellenos</b>	kN / m <sup>3</sup>
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje <sup>(1)</sup>	20

<sup>(1)</sup> El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

## ACCIONES VARIABLES

### - Sobrecarga de uso.

Se toma únicamente como sobrecarga de uso el mantenimiento de la cubierta ligera de valor  $0,40 \text{ kN/m}^2$ , según la tabla 3.1 del DB SE-AE.

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> (6)	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
				0	2

### - Nieve.

Para el cálculo de la carga de nieve debe tenerse en cuenta que depende del clima, del tipo de precipitación, de la forma de la cubierta. Siendo en este caso una cubierta ligera, sensible a la carga vertical, el valor de carga se obtendrá a partir de la siguiente expresión:  $q_n = \mu \cdot s_k$

Siendo:

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE.

$s_k$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según la tabla 3.5.2 del DB SE-AE.

#### 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 sucesivamente las siguientes reglas.

- 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°, como en este caso.

### 3.5.2 Carga de nieve sobre un terreno horizontal

- 1 El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal,  $s_k$ , en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la tabla 3.8

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

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>
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	1.130	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	0	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Cálculo:

nieve	$q_n = \mu \cdot s_k$	0,5	kN/m <sup>2</sup>
$\mu$		1	
$s_k$		0,5	

Dado que el coeficiente de forma de la cubierta no es menor que la unidad y Zaragoza se encuentra a menos de 1000 m de altitud, no es necesario tener en cuenta la carga por acumulación de nieve.

- **Viento.**

Para el cálculo de la carga de viento hay que tener en cuenta que la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la

permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

La acción de viento es en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,  $q_e$  puede expresarse como:  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

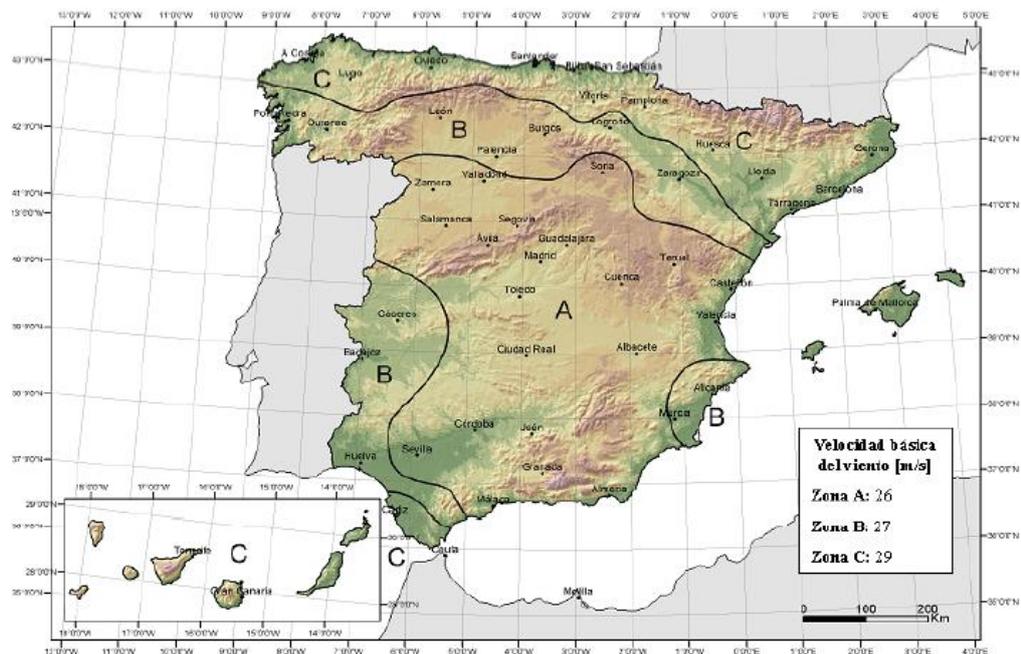
Siendo:

$q_b$ , la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anexo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

$c_e$ , el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.

$c_p$ , el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.

- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de  $0,42 \text{ kN/m}^2$ ,  $0,45 \text{ kN/m}^2$  y  $0,52 \text{ kN/m}^2$  para las zonas A, B y C de dicho mapa.



**Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$**

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV Zona urbana en general, industrial o forestal</b>	<b>1,3</b>	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Cálculo:

viento	$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$	<b>1,17</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
qb	0,45		
ce	2		
cp	1,3		

#### - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

- La estabilidad y la resistencia (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. Deben considerarse los debidos a: pérdida del equilibrio del edificio, fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura en un mecanismo o rotura de sus elementos estructurales.

- La aptitud para el servicio (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. Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a: las deformaciones (flechas, asientos o desplomes), las vibraciones o los daños y el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

- Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).
- c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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	

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

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 $\leq$ 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.

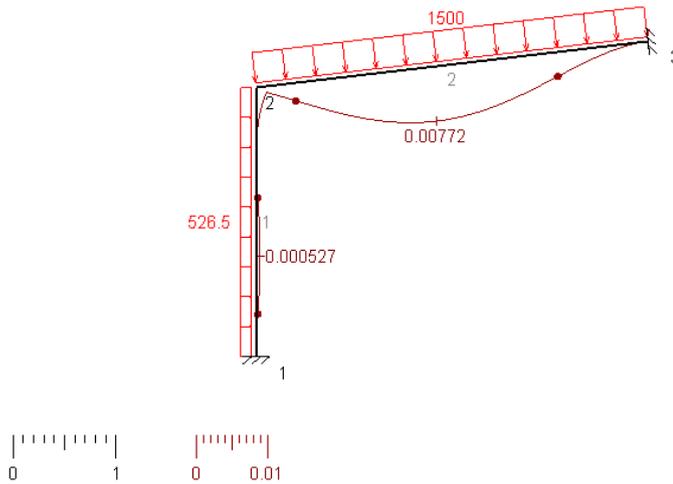
Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y las acciones variables en valor de combinación.

acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_k + Q_{k0} \cdot \psi_0 + Q_{k1} \cdot \psi_1$	1,284 kN/m <sup>2</sup>
Gk. Peso cubierta	0,45		
$\gamma_g$	1,35		
acciones variables			
Qk0. viento	0,585		
$\psi_0$	1,5		
$\psi_0$	0,6		
Qk1. nieve	0,5		
$\psi_1$	1,5		
$\psi_0$	0,2		

A la hora de colocar las cargas sobre el modelo se separan las horizontales de las verticales con el siguiente resultado:

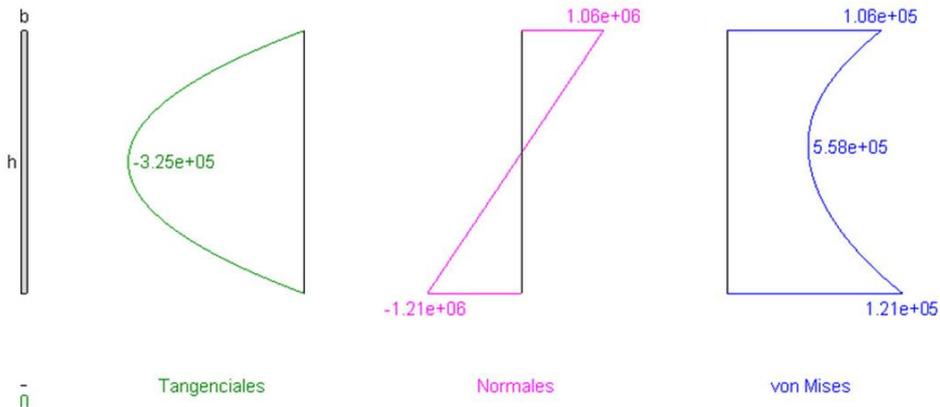
carga horizontal de viento	1,17 kN/m <sup>2</sup>
carga vertical. Cubierta + nieve	1,5 kN/m <sup>2</sup>

PÓRTICO CUBIERTA PATIO (estado 1)  
Deformada × 69



PÓRTICO CUBIERTA PATIO (estado 1)  
Tensiones tangenciales, normales y de von Mises  
Axil = -1146.4, cortante = -3356.6 y flector = -2473.8 (línea = 2, x = 3.8266)  
h = 0.844412 y b = 0.018356

MEFI



A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudia la sección más solicitada de la viga que constituye la cubierta. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Misses, según el cual la tensión en el punto más solicitada del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico medio, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	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 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- Para los coeficientes parciales para 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 o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga de cubierta cumple perfectamente mediante un perfil IPE200.

$f_c$ , tensión de von Mises máxima		$1,21 \cdot 10^5$ kN/m <sup>2</sup>
$f_{yd}$ , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$ kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$	
$\gamma_{m0}$ , coeficiente seguridad	1,05	

Sobre la sección dimensionada se tendrán en cuenta tanto el coeficiente de sobredimensionado como su revestimiento para cumplir con la exigencia de resistencia al fuego marcado por el DB SI.

Material	acero S275J0		
Efecto de las acciones de cálculo situación persistente	$E_d$	1,485	kN/m <sup>2</sup>
Efecto de las acciones de cálculo situación incendio	$E_{fi}$	1,327	kN/m <sup>2</sup>
Coeficiente de sobredimensionado	$\mu_{fi}$	0,6	
Tiempo de resistencia al fuego		R90	
Coeficiente de protección	$d/\lambda$	0,15	
Espesor de revestimiento pintura intumescente		2228	micras

**- Estados límite de servicio.**

Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.

Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha y las deformaciones horizontales del elemento estructural.

- Flecha. 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:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,0082	m
flecha máxima cálculo	0,0077	m

Una vez comprobado que las características resistentes del pórtico se adecúan a la normativa vigente se procede a la toma de datos de esfuerzos en apoyos para calcular los anclajes y zapatas. Para calcular las zapatas con el programa CYPE hay que tomar los esfuerzos discretizados en carga

permanente, sobrecarga, nieve y viento dado que CYPE los somete a las combinaciones de cargas descritas en el Código Técnico.

Una vez seleccionados los datos de esfuerzos en los apoyos, la tabla resumen es la siguiente:

punto 1. apoyo a zapata	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	5,94	0,48	0,00	3,80
sobrecarga	3,56	0,28	0,00	2,28
nieve	4,45	0,36	0,00	2,85
viento	0,68	1,60	2,31	0,00

punto 3. apoyo a fachada	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	1,27	6,51	0,00	3,80
sobrecarga	0,76	3,90	0,00	2,28
nieve	0,95	4,88	0,00	2,85
viento	2,83	0,43	2,31	0,00

#### - DIMENSIONADO DE CORREAS

El proceso de cálculo de las correas va a consistir en un proceso similar. De nuevo elegiremos una correa del pórtico de mayor luz por ser las que estarán sometidas a mayores solicitaciones y una vez dimensionada para soportar dichos esfuerzos se colocarán las mismas correas en los cuatro lados de la cubierta del patio.

No se considera la afección del fuego puesto que se encuentran protegidas por placas de cartón-yeso con protección ante caso de incendio.

#### ○ Geometría de la estructura

Material	acero S275J0		
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Geometría de la correa		
longitud de la correa	L	1,50 m
distancia entre correas	d	0,60 m
tipo de apoyo		rígido. Soldado

- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

Las cargas a las que se encuentran sometidas las correas son las mismas a las anteriormente descritas para las vigas.

### - Comprobaciones

Al igual que anteriormente se debe confirmar que las correas cumplen con lo descrito para los estados límite últimos y para los estados límite de servicio.

Siendo un caso idéntico al anterior, la causa más restrictiva será la flecha. Por lo que el dimensionado se basará en la observación de este esfuerzo sobre la correa.

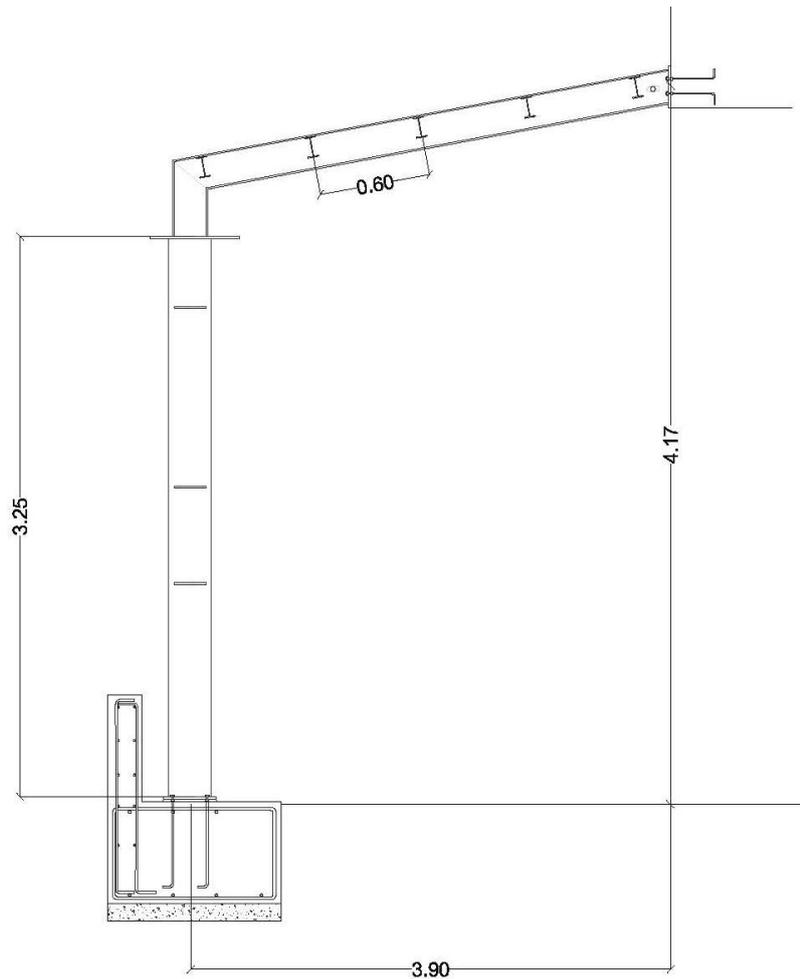
Tomando la opción más restrictiva dentro de los casos del DB SE-A, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,003	m
flecha máxima cálculo	0,0019	m

### EXTRAPOLACIÓN DE DATOS PARA EL PÓRTICO COMPLETO

Los resultados obtenidos para el pórtico calculado son los siguientes:

pórtico estructura patio	L (m)	perfil
celosía	3,25	especial
vigas cubierta	3,90	IPE200
correas	1,5	IPE140



- ANCLAJES

- PALASTRO DE UNIÓN SUPERIOR DE LA CELOSÍA

La metodología utilizada para el dimensionado del palastro de acero que une los distintos módulos de celosía y desde el que arrancan las vigas que componen la cubierta del patio se realiza de modo similar al seguido para las vigas y correas.

Partiremos del punto más desfavorable del perímetro, aquel en el que exista la mayor distancia entre los módulos de celosía y el palastro vaya a sufrir el mayor esfuerzo de flexión. Ese punto se encuentra en el acceso al patio, donde la distancia a ejes entre las dos piezas es de 1,30 m.

Para el dimensionado se elaborará un modelo bidimensional en Mefi en el que se someterá al palastro colocado sobre la celosía a las cargas de la cubierta.

○ Geometría de la estructura

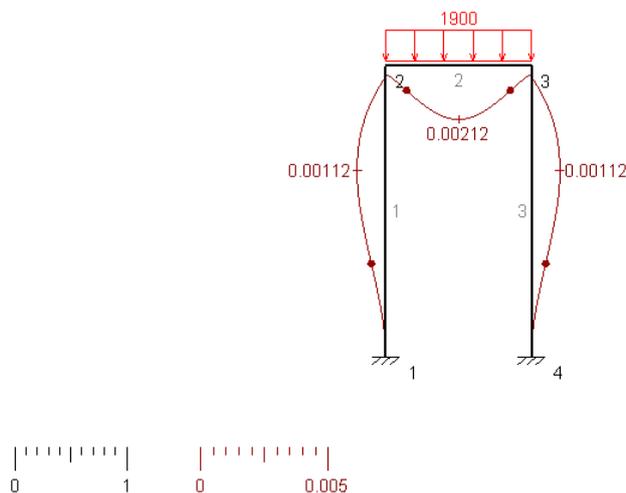
Material	acero S275J0		
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Geometría del palastro	
Ancho	0,45 m
Espesor	0,015 m
distancia entre módulos de celosía	1,30 m
tipo de apoyo	rígido. Soldado

○ Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

Las cargas a las que se encuentran sometidas las correas son las mismas a las anteriormente descritas para las vigas. Salvo que antes el peso propio de las vigas era tenido en cuenta automáticamente por el programa y ahora deberá ser sumado a las cargas permanentes.

PALASTRO CELOSÍA PATIO (estado 1)  
Deformada x 228



- Comprobación de estados límite últimos

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

De nuevo, se estudia la sección más solicitada de la pieza. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Misses, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

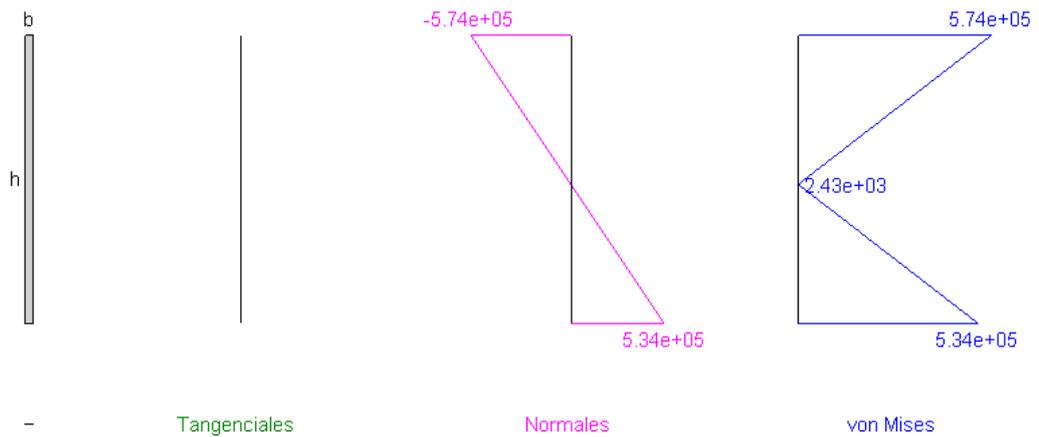
PALASTRO CELOSÍA PATIO (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = -106.15, cortante = 0 y flector = 214.53 (línea = 2, x = 0.65)

h = 0.43182 y b = 0.0124589

MEFI



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la pieza cumple perfectamente mediante las dimensiones impuestas.

fc, tensión de von Misses máxima		$5,74 \cdot 10^2$	kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,26 \cdot 10^6$		
$\gamma_{mo}$ , coeficiente seguridad	1,05		

- Comprobación de estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,0026 m
flecha máxima cálculo	0,0021 m

#### EXTRAPOLACIÓN DE DATOS PARA EL ANCLAJE SUPERIOR DE LA CELOSÍA

Los resultados obtenidos son los siguientes:

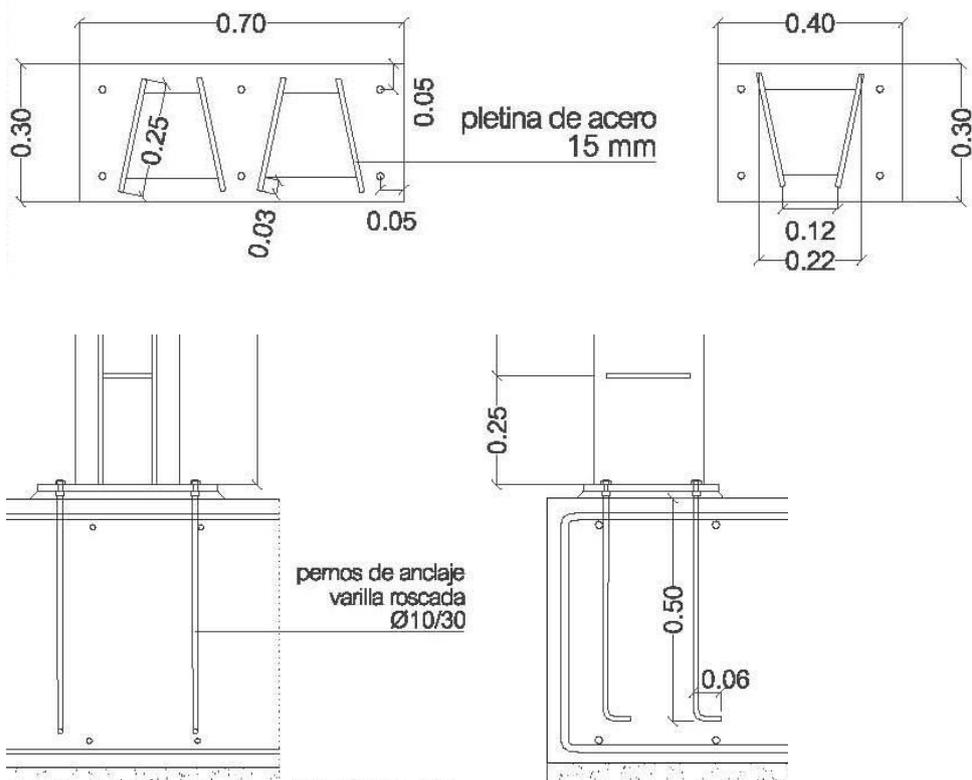
Palastro de acero	L (m)
Longitud de sección	0,45
espesor	0,015

#### - PLACA DE ANCLAJE DE LA CELOSÍA A ZAPATA

La metodología utilizada para el dimensionado será mediante el programa CYPE, a partir del cual se calcularán los pernos y la placa que transmiten las cargas a la cimentación, utilizando los datos de reacciones calculados previamente.

Geometría de la placa de anclaje	
Anchura	30 cm
Longitud*	40-70 cm
Espesor	15 mm
Pernos	4Ø10 - 6Ø10 mm

\*Las características de la placa son iguales para todos los módulos de celosía, variando la longitud de la pieza y el número de pernos en función de si el módulo es simple o doble.



#### - PLACA DE ANCLAJE A FACHADA

Para la placa mediante la cual se producirá el encuentro de las vigas de acero de la cubierta del patio y la jácena de hormigón del forjado del vestíbulo, el cálculo se lleva a cabo de manera manual comprobando la resistencia de los pernos y la placa anclados a la jácena de hormigón.

Geometría de la placa de anclaje	
Anchura	30 cm
Longitud	40 cm
Espesor	15 mm
Pernos corrugados con rosca conformada	4Ø10 mm

### 2.3. ESTRUCTURA DEL CLAUSTRO PEATONAL

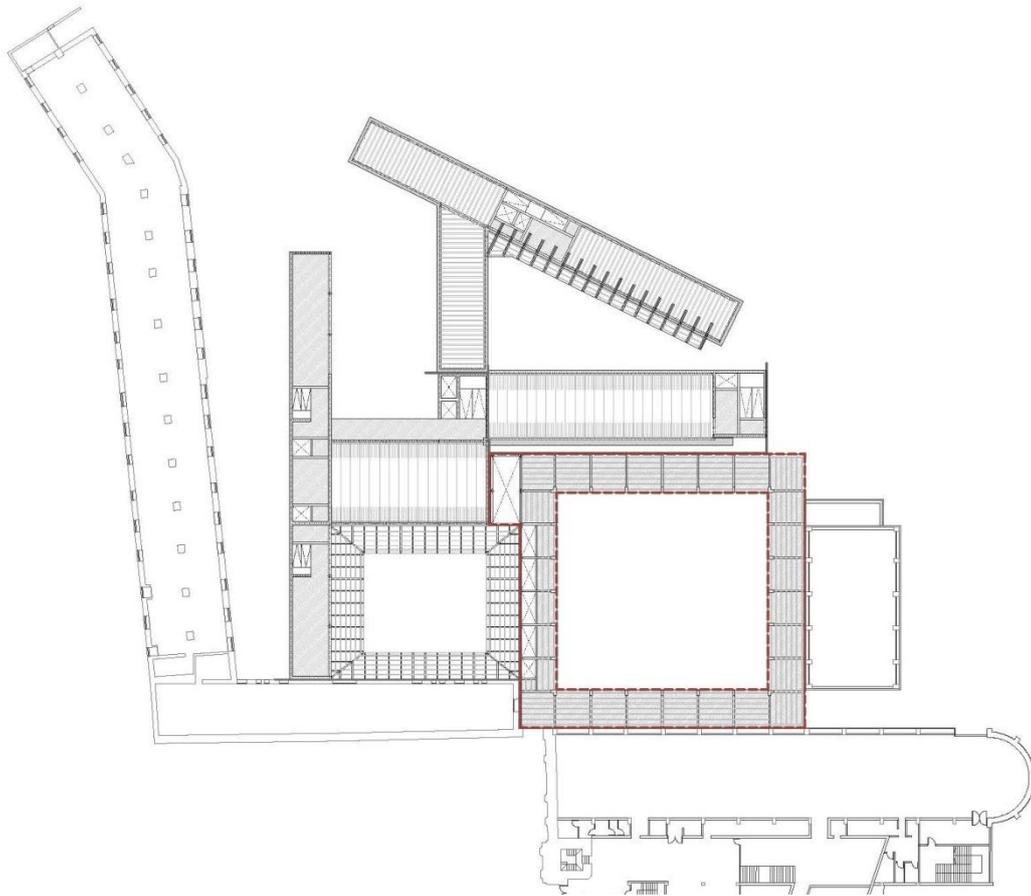
La estructura del claustro cuenta con dos alturas. Por un lado, la planta inferior está formada a partir de dos anillos estructurales concéntricos unidos mediante correas. El lado exterior del claustro se compone de una celosía perimetral de placas de acero corten plegadas a 90° y atadas mediante un palastro de acero, sobre la que apoya una viga perimetral que recoge el apoyo de las correas. El lado interior está constituido por una serie de pórticos, formados por pilares cajón construidos a base de perfiles de acero y unidos mediante vigas de acero, sobre las que al mismo tiempo también descansan las correas anteriores, que ayudarán a la transmisión de las cargas del forjado.

La planta superior cuenta sólo con el anillo estructural interior, construido de modo similar al de la planta anterior. Sin embargo, en este caso de los pilares cajón de acero partirán una serie de vigas en voladizo. La transmisión de las cargas de esta cubierta, nieve y viento se produce gracias a correas de acero similares a las del forjado anterior pero dispuestas en sentido perpendicular y cada 0,75m.

El proceso seguido consiste en el cálculo primero de la celosía y el pórtico formado en el lado interior del claustro, constituido por los pilares cajón y las vigas de unión de éstos. A continuación se analiza el pórtico transversal que dará lugar al dimensionado de las correas y las vigas en voladizo. El cálculo se realiza de nuevo mediante el software MEFI (Método de Elementos Finitos en Ingeniería), desarrollado por la Universidad Politécnica de Cartagena. El programa realiza el análisis estático de problemas de elasticidad y de estructuras planas articuladas o rígidas a partir del cual la estructura será sometida a las distintas comprobaciones de estabilidad y resistencia (estado límite de servicio) y la aptitud para el servicio (estados límite últimos) siguiendo el CTE DB SE-A. Para la confirmación de las cargas se parte del CTE DB SE-AE: ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN, a partir del cual se eligen los valores de carga y se toman las ecuaciones de comprobación necesarias.

Por ser una estructura exterior, que no se encuentra en un sector de incendios y por tanto no interviene en el recorrido de evacuación de los ocupantes no será necesaria su justificación de resistencia al fuego mediante el CTE DB SE-A.

El cálculo y dimensionado de los anclajes se lleva a cabo con Cype, partiendo de los esfuerzos obtenidos en los extremos y se realizan las comprobaciones pertinentes según la normativa vigente.



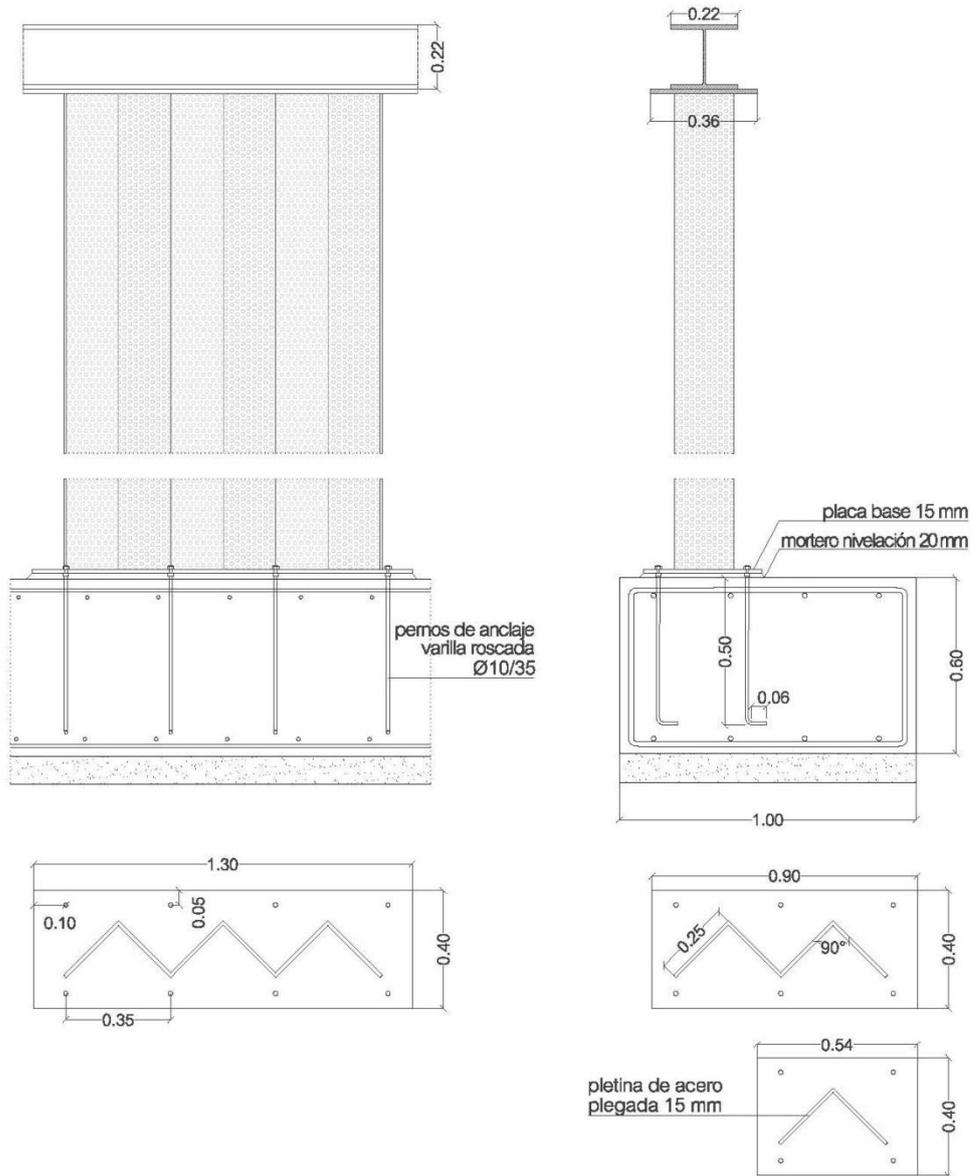
### 2.3.1. PÓRTICO GENERAL

#### - CELOSÍA DE ACERO CORTEN PLEGADO. LADO EXTERIOR

El lado exterior del claustro se encuentra cerrado mediante una celosía compuesta de pletinas de acero plegadas con un ritmo variable a través de la repetición de una serie de módulos y la variación de las distancias entre ellos para conseguir distintos efectos visuales y permitir la generación de pasos a través de la celosía.

Existen tres tipos de piezas regladas, todas ellas construidas a partir de pletinas de acero de 15 mm de espesor y plegadas a 90° formando una serie de picos de 0,25 m de lado que mediante el reparto de peso y la simetría de la sección le otorgan inercia y mejoran su comportamiento estructural. Los módulos simples están compuestos por un pico, mientras que también existen piezas de dos y tres picos de formación idéntica.

La resistencia estructural de los tres módulos ha sido comprobada mediante el programa de cálculo Ideas, a través del cual se ha realizado el modelado y mallado de las tres piezas en volumen, sometido a las cargas establecidas por la normativa correspondiente y estudiado a pandeo.



Sobre la parte superior de los módulos se colocará un palastro de acero que será la pieza estructural sobre la que apoyará un perfil que a su vez recogerá las cargas transmitidas a través de las correas. La comprobación de dicho elemento puede consultarse en el apartado de anclajes, posterior a la justificación de cálculo del claustro y la evaluación de sus cargas.

## - PÓRTICO LONGITUDINAL DE PILARES CAJÓN. LADO INTERIOR

### - Datos e hipótesis de partida

Los pórticos que componen los cuatro lados interiores del claustro son iguales dos a dos, por lo que de entre ellos se elegirá el de mayores luces entre pilares para realizar las comprobaciones, siendo éste el caso más desfavorable.

#### ○ Geometría de la estructura

Material		acero S275J0	
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción		
altura de la construcción	H	7,68 m
separación de pórticos	a	4,44 m

Geometría del pórtico		
Longitud total	L	26,64 m
altura de planta inferior	$H_a$	4,10 m
altura de planta superior	$H_b$	3,58 m

Sección		
ancho de la sección del pilar	b	30 cm
ancho de la sección de la viga	$h_0$	15,00 cm
altura de la sección de la viga	$h_a$	30,00 cm

- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

#### ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio.**

El peso propio será sumado a la carga permanente por el programa MEFI, obtenido por éste mediante la introducción de las características de la estructura.

- **Carga permanente.**

Para la carga permanente del pórtico inferior el valor tomado es  $5 \text{ kN/m}^2$  de la losa de hormigón que constituye el forjado y  $1,5 \text{ kN/m}^2$  del pavimento, incluyendo el material de agarre, tal como establece la tabla C.5 del DB SE-AE. Y para el pórtico superior, la carga permanente será de  $5 \text{ kN/m}^2$  correspondiente a la losa y  $1 \text{ kN/m}^2$  de la cubierta ligera.

**Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos**

Elemento	Peso
<b>Forjados</b>	$\text{kN} / \text{m}^2$
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
<b>Cerramientos y particiones</b> (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	$\text{kN} / \text{m}$
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
<b>Solados</b> (incluyendo material de agarre)	$\text{kN} / \text{m}^2$
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañeado; grueso total < 0,15 m	1,5
<b>Cubierta, sobre forjado</b> (peso en proyección horizontal)	$\text{kN} / \text{m}^2$
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
<b>Rellenos</b>	$\text{kN} / \text{m}^3$
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje <sup>(1)</sup>	20

<sup>(1)</sup> El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

#### ACCIONES VARIABLES

- **Sobrecarga de uso.**

Para la planta inferior se toma como sobrecarga de uso la subcategoría C3, zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas, dentro de las zonas de

acceso al público, lo que conlleva una carga de valor 5 kN/ m<sup>2</sup>, según la tabla 3.1 del DB SE-AE.

En la planta superior bastará considerar la sobrecarga producida por la conservación de cubiertas únicamente accesibles para tal uso, 1 kN/ m<sup>2</sup>.

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> , <sup>(5)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(6)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

- Nieve.

Para el cálculo de la carga de nieve se procederá de igual manera que se realizó en el patio. El valor de carga se obtendrá a partir de la siguiente expresión:  $q_n = \mu \cdot s_k$

Siendo:

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE.

$s_k$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según la tabla 3.5.2 del DB SE-AE.

Coficiente de forma.

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°, como en este caso.

### 3.5.2 Carga de nieve sobre un terreno horizontal

- 1 El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal,  $s_k$ , en las capitales de provincia y ciudades autónomas se puede tomar de la tabla 3.8

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

Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$s_k$ kN/m <sup>2</sup>
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	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Cálculo:

nieve	$q_n = \mu \cdot s_k$	0,5 kN/m <sup>2</sup>
$\mu$	1	
$s_k$	0,5	

Dado que el coeficiente de forma de la cubierta no es menor que la unidad y Zaragoza se encuentra a menos de 1000 m de altitud, no es necesario tener en cuenta la carga por acumulación de nieve.

#### - Viento.

Se tendrá en cuenta en la dirección transversal del pórtico. En este caso la acción del viento no debe ser considerada ya que es una fuerza perpendicular al pórtico tratado.

#### - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

- Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).

b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).

c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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	

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

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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.

Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y las acciones variables en este caso la sobrecarga debida al uso público y la nieve, en valor de combinación.

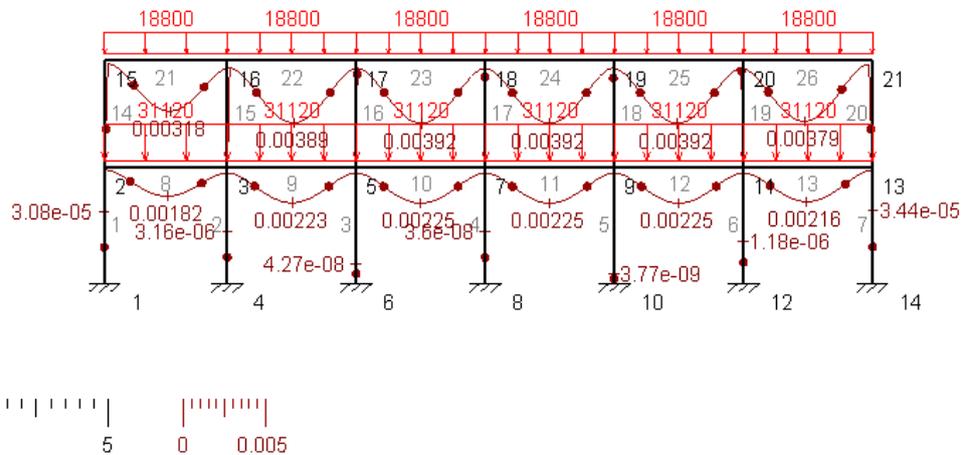
P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k0} \cdot \psi_0 \cdot \psi_0$	14,02	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k1</sub> . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
G <sub>k2</sub> . Peso Pavimento	1,5			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P1. acciones variables				
Q <sub>k0</sub> . Sobrecarga de uso	5			
$\psi_0$	1,5			
$\psi_0$	0,7			

P2. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k0} \cdot \psi_0 \cdot \psi_0$	8,475	kN/m <sup>2</sup>
G <sub>k1</sub> . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
G <sub>k2</sub> . Peso cubierta	1			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P2. acciones variables				
Q <sub>k0</sub> . nieve	0,5			
$\psi_0$	1,5			
$\psi_0$	0,5			

A la hora de aplicar la carga sobre el modelo se tendrá en cuenta la profundidad del pórtico para convertir el valor de la carga por superficie en una lineal que será el propio programa el que la distribuya sobre las barras.

PÓRTICO LARGO PILARES CAJÓN (estado 1)

Deformada x 566



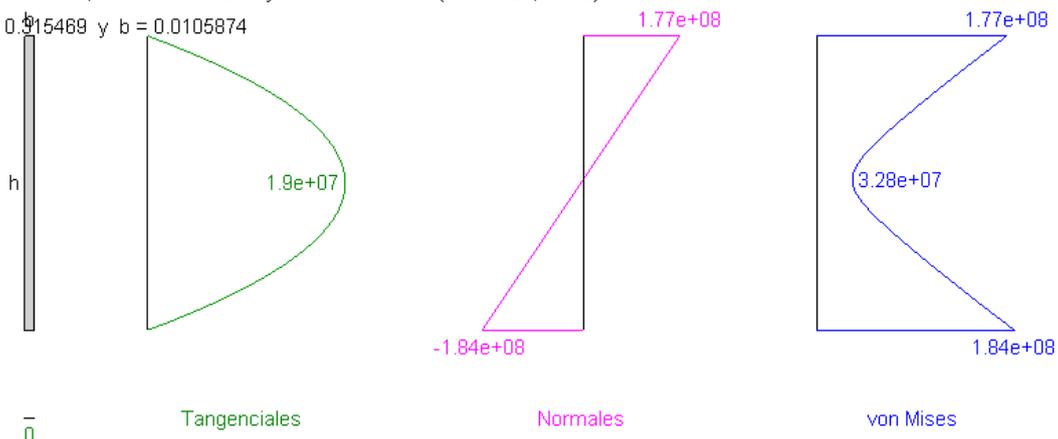
PÓRTICO LARGO PILARES CAJÓN (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

MEFI

Axil = -11887, cortante = 42214 y flector = -31641 (línea = 25, x = 0)

h = 0.915469 y b = 0.0105874



A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudia la sección más solicitada, que en este caso es la correa que une los pilares cajón en la planta superior. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente

**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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
<b>S235JR</b>					20
<b>S235J0</b>	235	225	215	360	0
<b>S235J2</b>					-20
<b>S275JR</b>					20
<b>S275J0</b>	275	265	255	410	0
<b>S275J2</b>					-20
<b>S355JR</b>					20
<b>S355J0</b>	355	345	335	470	0
<b>S355J2</b>					-20
<b>S355K2</b>					-20 <sup>(1)</sup>
<b>S450J0</b>	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

coeficiente parcial de seguridad.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- 1 Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:
  - a)  $\gamma_{M0} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
  - b)  $\gamma_{M1} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
  - c)  $\gamma_{M2} = 1,25$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - d)  $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- 2 Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la correa superior cumple perfectamente mediante un perfil IPE220.

fc, tensión de von Misses máxima		$1,235 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
γ <sub>mo</sub> , coeficiente seguridad	1,05		

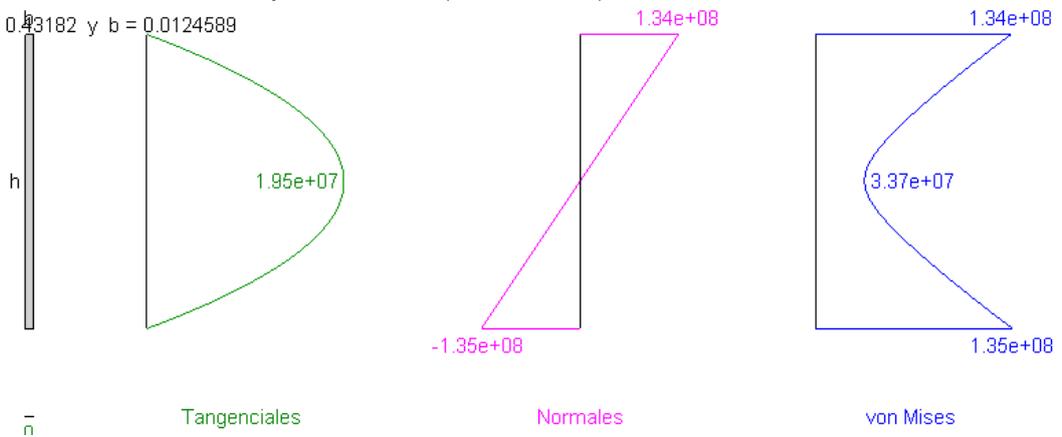
A continuación se estudia la sección más solicitada de la parte inferior, que será la viga mediante la que se unen los pilares cajón. El dimensionado se realizará siguiendo el mismo procedimiento.

#### PÓRTICO LARGO PILARES CAJÓN (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = -3446.5, cortante = 69792 y flector = -52213 (línea = 12, x = 0)

h = 0.43182 y b = 0.0124589



La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga inferior cumple perfectamente mediante un perfil IPE300.

fc, tensión de von Misses máxima		$1,20 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
γ <sub>mo</sub> , coeficiente seguridad	1,05		

○ Estados límite de servicio.

Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha y las deformaciones horizontales del elemento estructural.

- Flecha. 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:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

CORREAS PLANTA SUPERIOR

flecha máxima admisible	0,0088	m
flecha máxima cálculo	0,0039	m

VIGAS PLANTA INFERIOR

flecha máxima admisible	0,0088	m
flecha máxima cálculo	0,0022	m

Una vez comprobado que las características resistentes del pórtico se adecúan a la normativa vigente se procede a la toma de datos de esfuerzos en apoyos para calcular los anclajes y zapatas. Para calcular las zapatas con el programa Cype hay que tomar los esfuerzos discretizados en carga permanente, sobrecarga y nieve, dado que Cype somete a las combinaciones de cargas descritas en el Código Técnico.

Una vez seleccionados los datos de esfuerzos en los apoyos, la tabla resumen es la siguiente:

apoyo 1	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	58,56	14,42	0,00	27,50
sobrecarga	23,41	9,30	0,00	11,00
nieve	2,34	0,24	0,00	1,10

apoyo 2	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	119,90	2,02	0,00	27,0
sobrecarga	49,31	0,34	0,00	11,00
nieve	4,79	0,21	0,00	1,10

apoyo 3	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	123,16	0,438	0,00	27,50
sobrecarga	49,25	0,38	0,00	11,00
nieve	4,93	0,07	0,00	1,10

apoyo 4	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	123,29	0,03	0,00	27,50
sobrecarga	49,31	0,01	0,00	11,00
nieve	4,93	0,00	0,00	1,10

apoyo 5	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	123,30	0,54	0,00	27,50
sobrecarga	49,31	0,38	0,00	11,00
nieve	4,93	0,06	0,00	1,10

apoyo 6	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	122,95	1,54	0,00	27,50
sobrecarga	49,21	0,76	0,00	11,00
nieve	4,92	0,21	0,00	1,10

apoyo 7	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	61,43	8,02	0,00	27,50
sobrecarga	24,56	3,79	0,00	11,00
nieve	2,46	0,26	0,00	1,10

### 2.3.2. PÓRTICO TRANSVERSAL

#### - Datos e hipótesis de partida

Los pórticos transversales de tres de los cuatro lados del claustro responden a un esquema estructural similar, aunque dado el posicionamiento del claustro en el solar responden a anchuras diferentes. Por ello, para realizar las comprobaciones se elegirá el de mayor luz de los tres, siendo éste el caso más desfavorable.

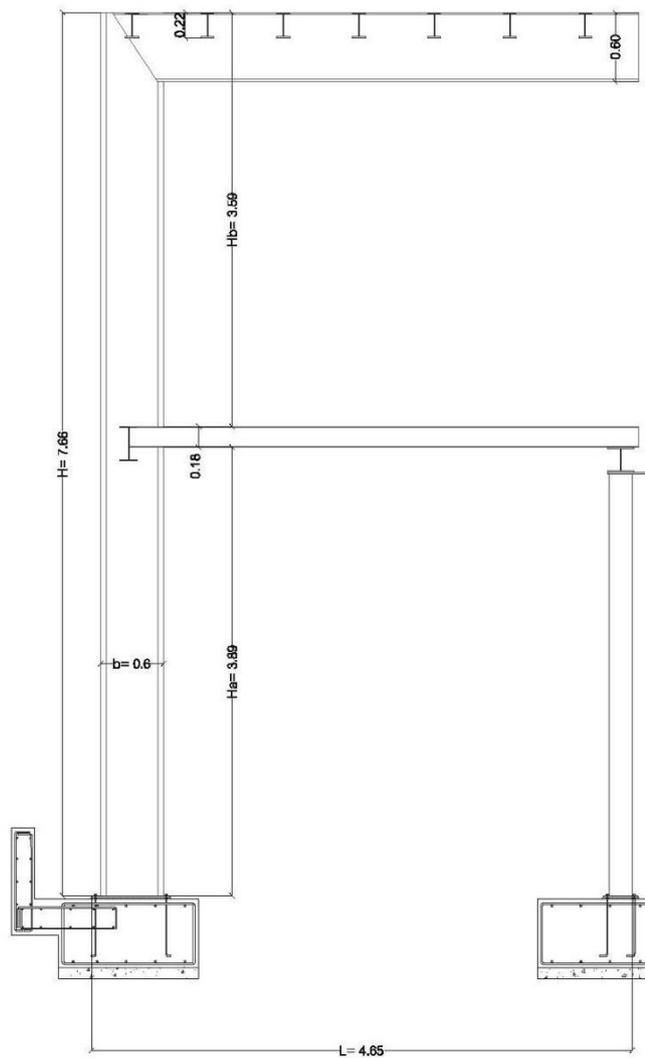
#### ○ Geometría de la estructura

Material		acero S275J0	
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción		
altura de la construcción	H	7,66 m
separación de pórticos	a	4,44 m

Geometría del pórtico		
Longitud total	L	4,65 m
altura de planta inferior	H <sub>a</sub>	3,89 m
altura de planta superior	H <sub>b</sub>	3,59 m

Sección		
ancho de la sección del pilar	b	60,00 cm
altura de la sección de la correa	h <sub>0</sub>	18,00 cm
altura de la sección de la viga	h <sub>a</sub>	60,00 cm



- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

#### ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio.**

El peso propio será sumado a la carga permanente por el programa MEFI, obtenido por éste mediante la introducción de las características de la estructura.

- **Carga permanente.**

Los valores correspondientes a la carga permanente serán los mismos que en el caso anterior, ya que estamos tratando el mismo tramo de estructura solo que en sentido perpendicular.

## ACCIONES VARIABLES

### - Sobrecarga de uso.

Lo mismo ocurre con la sobrecarga, cuyo valor es igual al del caso anterior.

### - Nieve.

Para el cálculo de la carga de nieve se procederá de igual manera.

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE.

$s_k$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según la tabla 3.5.2 del DB SE-AE.

### - Viento.

En este caso sí debe ser considerada la acción del viento. Para el cálculo de la carga hay que tener en cuenta que la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

La acción de viento es en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,  $q_e$  puede expresarse como:  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

Siendo:

$q_b$ , la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0,5 \text{ kN/m}^2$ . Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

$c_e$ , el coeficiente de exposición. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.

$c_p$ , el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5 del DB SE-AE.

- 4 El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de  $0,42 \text{ kN/m}^2$ ,  $0,45 \text{ kN/m}^2$  y  $0,52 \text{ kN/m}^2$  para las zonas A, B y C de dicho mapa.



Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV Zona urbana en general, industrial o forestal</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Cálculo:

viento	$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$	1,26	$\text{kN/m}^2$
qb	0,45		
ce	2		
cp	1,4		

- Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

○ Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).

b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).

c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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	

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

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 $\leq$ 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.

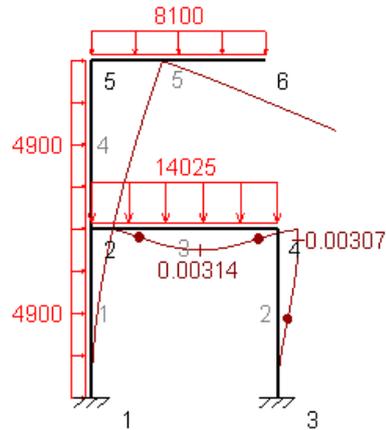
Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y la acción variable más desfavorable, en este caso la sobrecarga debida al uso público y el viento, en valor de combinación.

P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k0} \cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	<b>14,025</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
$G_{k1}$ . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
$G_{k2}$ . Peso Pavimento	1,5			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P1. acciones variables				
$Q_{k0}$ . Sobrecarga de uso	5			
$\gamma_0$	1,5			
$\psi_0$	0,7			

P2. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k1} \cdot \gamma_1 \cdot \psi_1$	<b>8,1</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
$G_{k1}$ . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
$G_{k2}$ . Peso cubierta	1			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P2. acciones variables				
$Q_{k1}$ . Viento	1,26			
$\gamma_1$	1,5			
$\psi_1$	0,5			

PÓRTICO TRANSVERSAL (estado 1)

Deformada x 156



A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudian las solicitaciones en las diferentes secciones, en este caso interesan los pilares cajón del lado izquierdo del pórtico, la correa inferior y la viga en voladizo. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

- DIMENSIONADO DE PILARES CAJÓN

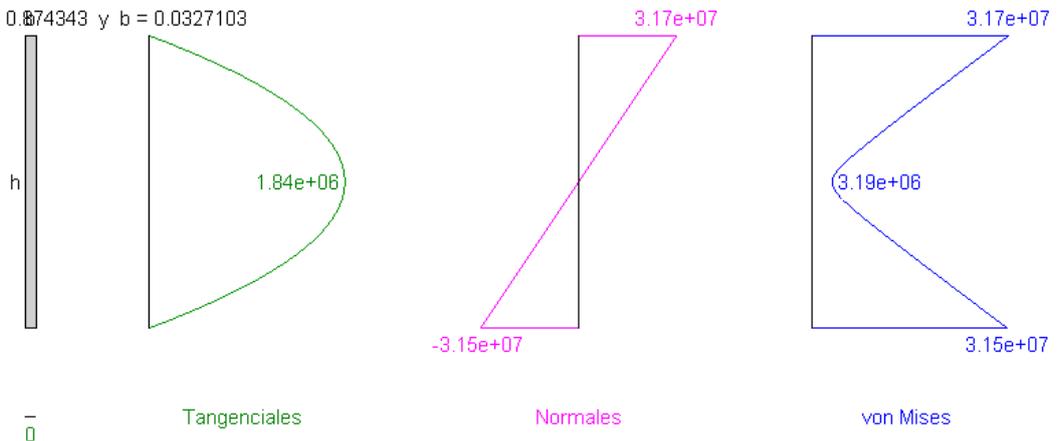
PÓRTICO TRANSVERSAL (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = 2272.3, cortante = 35139 y flector = -1.3168e+05 (línea = 1, x = 0)

h = 0.874343 y b = 0.0327103

**MEFI**



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

**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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
<b>S235JR</b>					20
<b>S235J0</b>	235	225	215	360	0
<b>S235J2</b>					-20
<b>S275JR</b>					20
<b>S275J0</b>	275	265	255	410	0
<b>S275J2</b>					-20
<b>S355JR</b>					20
<b>S355J0</b>	355	345	335	470	0
<b>S355J2</b>					-20
<b>S355K2</b>					-20 <sup>(1)</sup>
<b>S450J0</b>	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- Para los coeficientes parciales para 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 o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de el pilar cumple con el cajón fabricado a partir de dos perfiles UPE330 y dos pletinas de 550x15 mm.

fc, tensión de von Misses máxima		$3,17 \cdot 10^4$ kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$ kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$	
γ <sub>mo</sub> , coeficiente seguridad	1,05	

- DIMENSIONADO DE CORREAS INFERIORES

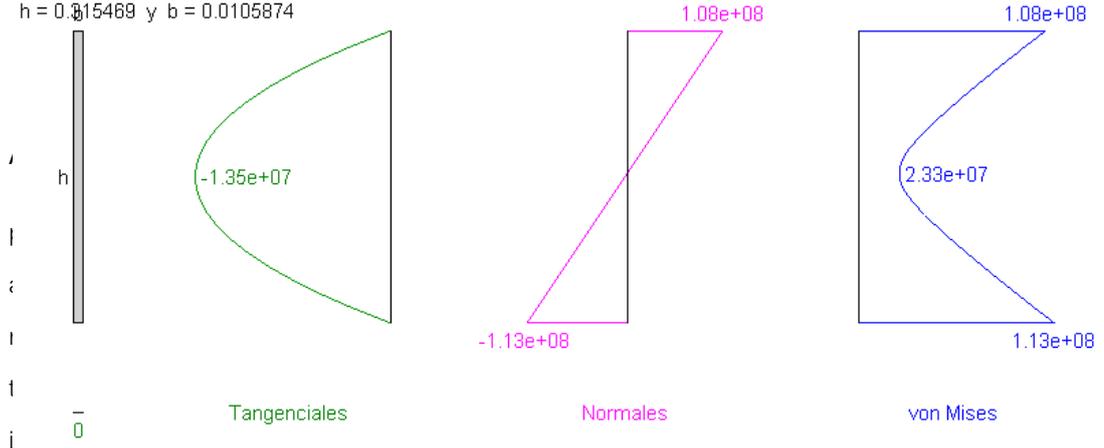
PÓRTICO TRANSVERSAL (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

MEFI

Axil = -8455.2, cortante = -29975 y flector = -19353 (línea = 3, x = 4.27)

h = 0.15468 y b = 0.0105874



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la correa superior cumple perfectamente mediante un perfil IPE180.

fc, tensión de von Misses máxima		$1,13 \cdot 10^5$ kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$ kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$	
γ <sub>mo</sub> , coeficiente seguridad	1,05	

- DIMENSIONADO DE VIGA EN VOLADIZO

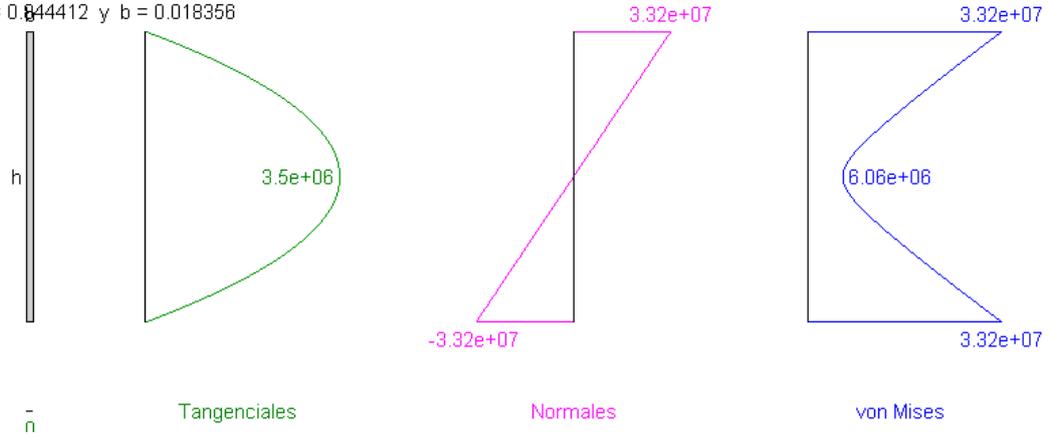
PÓRTICO TRANSVERSAL (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = 0, cortante = 36180 y flector = -72360 (línea = 5, x = 0)

h = 0.844412 y b = 0.018356

MEFI



El dimensionado se realizará siguiendo el mismo procedimiento.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga cumple mediante un perfil IPE600.

$f_c$ , tensión de von Misses máxima		$3,32 \cdot 10^4$	$\text{kN/m}^2$
$f_{yd}$ , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	$\text{kN/m}^2$
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
$\gamma_{mo}$ , coeficiente seguridad	1,05		

○ Estados límite de servicio.

Para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha y las deformaciones horizontales del elemento estructural.

- Flecha. 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:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

#### CORREAS INFERIORES

flecha máxima admisible	0,0088 m
flecha máxima cálculo	0,0031 m

#### VIGA EN VOLADIZO

flecha máxima admisible	0,0088 m
flecha máxima cálculo	0,0063 m

- Desplazamientos horizontales. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:

- a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;
- b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Tomando la opción más restrictiva, el desplazamiento horizontal máximo deberá ser menor de 1/500.

#### PILAR CAJÓN

Desplazamiento máximo admisible	0,0153 m
desplazamiento máximo de cálculo	0,0052 m

Una vez comprobado que las características resistentes del pórtico se adecúan a la normativa vigente se procede a la toma de datos de esfuerzos en apoyos para calcular los anclajes y zapatas. Para calcular las zapatas con el programa Cype hay que tomar los esfuerzos

discretizados en carga permanente, sobrecarga y nieve, dado que Cype somete a las combinaciones de cargas descritas en el Código Técnico.

Una vez seleccionados los datos de esfuerzos en los apoyos, la tabla resumen es la siguiente:

apoyo 1	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	82,52	85,81	0,00	27,50
sobrecarga	29,03	6,48	0,00	11,00
nieve	4,18	7,23	0,00	1,10
viento	2,27	131,68	4,9	0,00

apoyo 2	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	31,34	21,16	0,00	27,0
sobrecarga	22,33	13,02	0,00	11,00
nieve	4,40	8,80	0,00	1,10
viento	2,27	7,67	4,9	0,00

## - DIMENSIONADO DE ANCLAJES

### - PALASTRO DE UNIÓN SUPERIOR DE LA CELOSÍA

La metodología utilizada para el dimensionado del palastro de acero que une los distintos módulos de celosía y desde el que arrancan las vigas que componen la cubierta del claustro se realiza de modo similar al seguido para los demás elementos.

Partiremos del punto más desfavorable del perímetro, aquel en el que exista la mayor distancia entre los módulos de celosía y el palastro vaya a sufrir el mayor esfuerzo de flexión. Ese punto se encuentra en el acceso al claustro, donde la distancia a ejes entre las dos piezas es de 1,30 m.

Para el dimensionado se elaborará un modelo bidimensional en Mefi en el que se someterá al palastro colocado sobre la celosía a las cargas de la cubierta.

○ Geometría de la estructura

Material	acero S275J0	
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00 N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00 N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00 1/°C

Geometría del palastro	
Ancho	0,45 m
Espesor	0,025 m
distancia entre módulos de celosía	1,60 m
tipo de apoyo	rígido. Soldado

○ Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

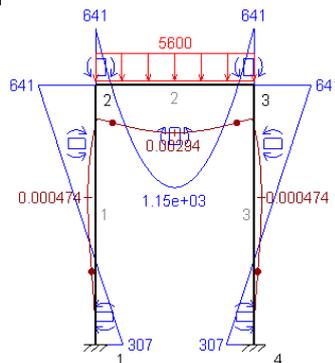
Las cargas a las que se encuentra sometido el palastro son las mismas a las anteriormente descritas para el pórtico transversal. Salvo que antes el peso propio de las vigas era tenido en cuenta automáticamente por el programa y ahora deberá ser sumado a las cargas permanentes.

○ Comprobación de estados límite últimos.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

PALASTRO CELOSÍA PLIEGUES (estado 1)

Momentos flectores (deformada x 164)



De nuevo, se estudia la sección más solicitada de la pieza. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

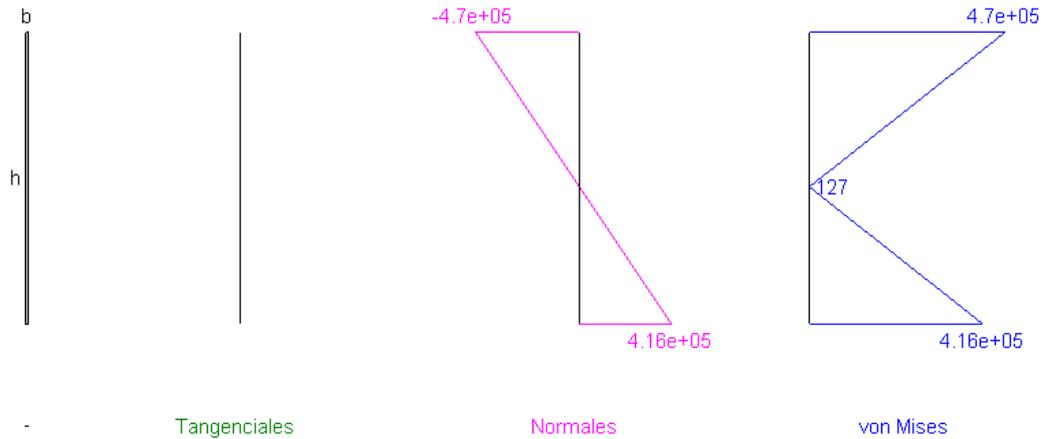
PALASTRO CELOSÍA PLIEGUES (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = -360.49, cortante = 0 y flector = 1150.7 (línea = 2, x = 0.8)

h = 1.1547 y b = 0.0116913

MEFI



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales.

La comparación de ambos valores tensionales da lugar a la conclusión de que la pieza cumple perfectamente mediante las dimensiones impuestas.

fc, tensión de von Mises máxima		$4,70 \cdot 10^2$	kN/m <sup>2</sup>
fyd, tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
$\gamma_{mo}$ , coeficiente seguridad	1,05		

- Comprobación de estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,0032	m
flecha máxima cálculo	0,0029	m

#### EXTRAPOLACIÓN DE DATOS PARA EL ANCLAJE SUPERIOR DE LA CELOSÍA

Los resultados obtenidos son los siguientes:

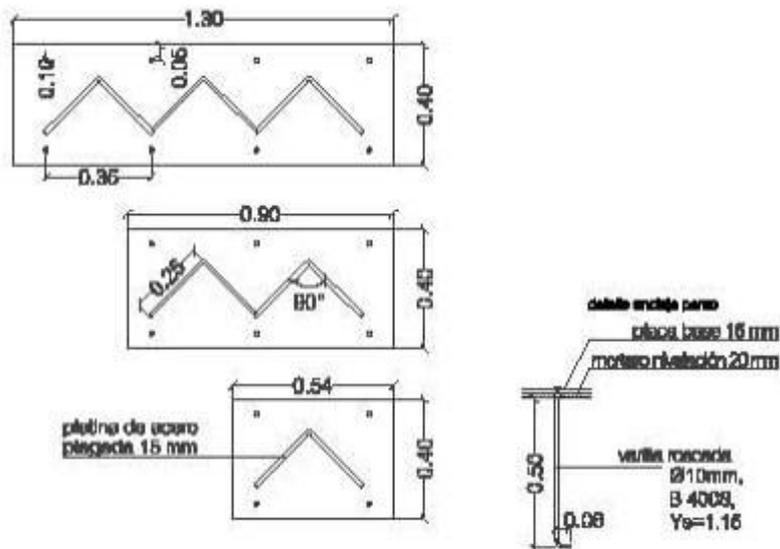
Palastro de acero	L (m)
anchura	0,45
espesor	0,025
Longitud. Lado del claustro	35,20

#### - PLACA DE ANCLAJE DE LA CELOSÍA A ZAPATA

La metodología utilizada para el dimensionado será mediante el programa CYPE, a partir del cual se calcularán los pernos y la placa que transmiten las cargas a la cimentación, utilizando los datos de reacciones calculados previamente.

Geometría de la placa de anclaje	
Anchura	40 cm
Longitud*	54-90-130 cm
Espesor	15 mm
Pernos	4Ø10 - 6Ø10 - 8Ø10 mm

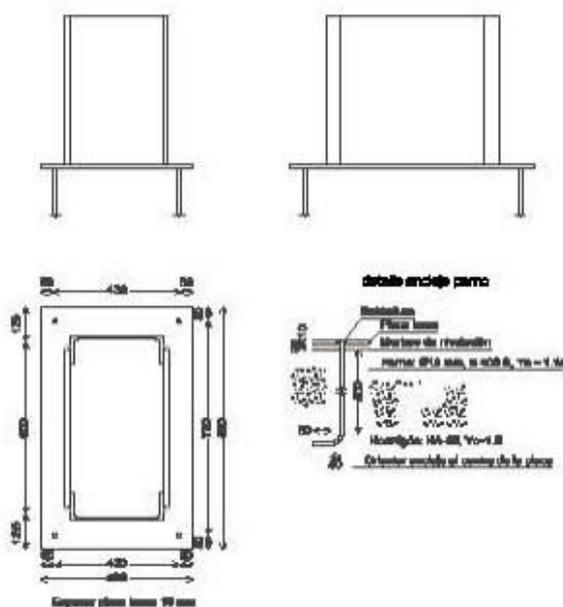
\*Las características de la placa son iguales para todos los módulos de celosía, variando la longitud de la pieza en función si el módulo es simple, doble o triple.



- PLACA DE ANCLAJE DE PILAR CAJÓN A ZAPATA

La metodología utilizada para el dimensionado será mediante el programa CYPE, a partir del cual se calcularán los pernos y la placa que transmiten las cargas a la cimentación, utilizando los datos de reacciones calculados previamente.

Geometría de la placa de anclaje	
Anchura	53 cm
Longitud	85 cm
Espesor	10 mm
Pernos	4Ø12 mm

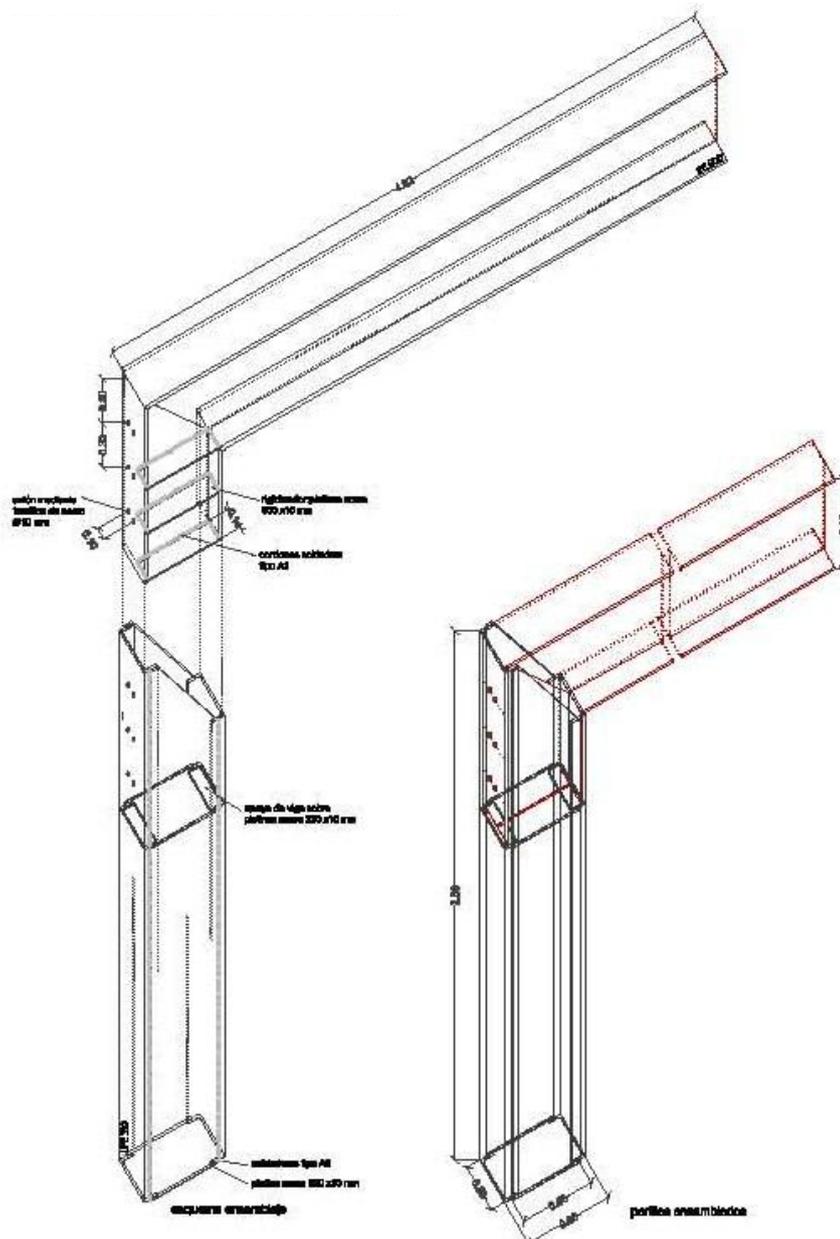


## - UNIÓN RÍGIDA DE VIGA EN VOLADIZO A PILAR CAJÓN

La viga en voladizo, en su extremo de unión con el pilar, lleva soldado un perfil IPE600 en vertical, acompañado de tres pletinas de acero de dimensiones 600x14x10 mm soldadas en sentido perpendicular para rigidizar la pieza. De este modo, parte de la viga puede introducirse directamente en el cajón aumentando la zona de contacto de la unión entre las dos piezas y pudiendo así mejorar la rigidez del encuentro.

En el interior del pilar cajón se sueldan en posición horizontal dos pletinas de acero de 330x10 mm de manera que sirvan como apoyo y tope para la viga cuando se introduzca esta en el interior.

El ensamblaje entre las dos piezas se lleva a cabo mediante seis tornillos de acero de Ø10 mm.



### 2.3.3. PÓRTICO EN ENCUENTRO CON FACHADA

#### - Datos e hipótesis de partida

A continuación se trabajarán las zonas particulares del claustro que requieren soluciones estructurales particulares. Primero se realizarán las comprobaciones sobre los pilares circulares y las vigas de unión de éstos, para lo cual se elegirá el vano de mayor luz de los dos, siendo éste el caso más desfavorable.

#### ○ Geometría de la estructura

Material		acero S275J0	
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción			
altura de la construcción	H	7,68	m
separación de pórticos	a	3,37	m

Geometría del pórtico			
Longitud total	L	3,37	m
altura de planta inferior	$H_a$	3,79	m
altura de planta superior	$H_b$	3,28	m

Sección			
diámetro de la sección del pilar	b	30,00	cm
altura de la sección de la viga	$h_0$	40,00	cm

- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

#### ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio.**

El peso propio será sumado a la carga permanente por el programa MEFI, obtenido por éste mediante la introducción de las características de la estructura.

- **Carga permanente.**

Los valores correspondientes a la carga permanente serán los mismos que en el caso anterior, ya que aunque cambie la geometría del pórtico los casos de carga coinciden.

#### ACCIONES VARIABLES

- **Sobrecarga de uso.**

Lo mismo ocurre con la sobrecarga, cuyo valor es igual al del caso anterior.

- **Nieve.**

Para el cálculo de la carga de nieve se procederá de igual manera.

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE.

$s_k$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según la tabla 3.5.2 del DB SE-AE.

- **Viento.**

En este caso no debe ser considerada la acción del viento ya que la estructura no se encuentra en contacto con el exterior.

#### - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

- Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).
- c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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	

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

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 $\leq$ 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.

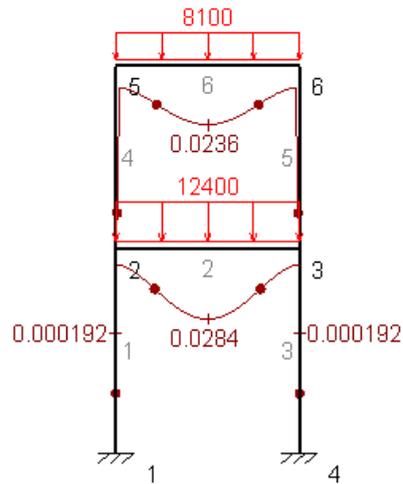
Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y la acción variable más desfavorable, en este caso la sobrecarga debida al uso público y el viento, en valor de combinación.

P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k0} \cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	<b>12,40</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
$G_{k1}$ . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
$G_{k2}$ . Peso Pavimento	0,3			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P1. acciones variables				
$Q_{k0}$ . Sobrecarga de uso	5			
$\gamma_0$	1,5			
$\psi_0$	0,7			

P2. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k1} \cdot \gamma_1 \cdot \psi_1$	<b>8,10</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
$G_{k1}$ . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
$G_{k2}$ . Peso cubierta	1			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P2. acciones variables				
$Q_{k1}$ . Nieve	0,5			
$\gamma_1$	1,5			
$\psi_1$	0,5			

PÓRTICO ENCUENTRO (estado 1)

Deformada x 46



A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudian las solicitaciones de las secciones. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

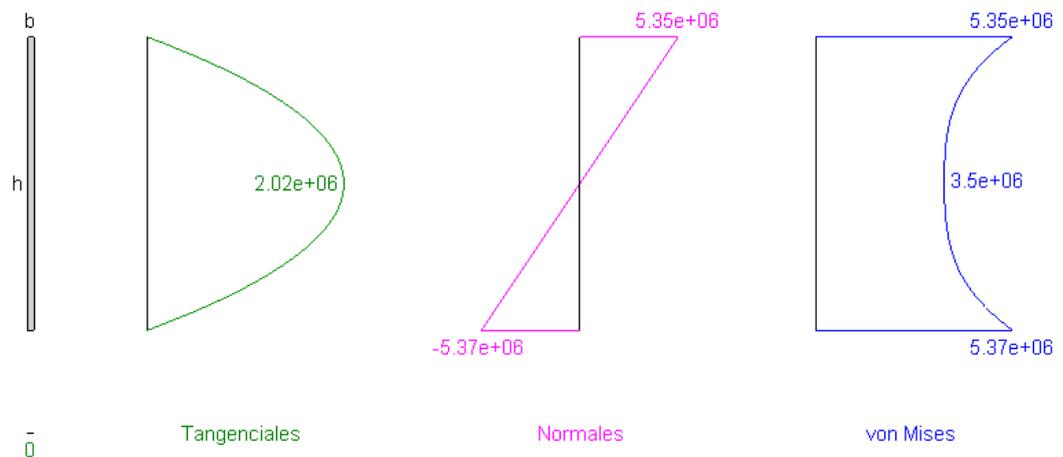
PÓRTICO ENCUENTRO (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = -134.06, cortante = 20894 y flector = -11886 (línea = 2, x = 0)

h = 0.844412 y b = 0.018356

MEFI



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

**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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	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 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- Para los coeficientes parciales para 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 o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de la viga cumple con el perfil IPE 400 y el pilar con el perfil redondo de diámetro 300 mm.

- DIMENSIONADO DE VIGAS

fc, tensión de von Misses máxima		$5,37 \cdot 10^3$	kN/m <sup>2</sup>
fyd, tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
coeficiente de seguridad	1,05		

- DIMENSIONADO DE PILARES

fc, tensión de von Misses máxima		$5,47 \cdot 10^3$	kN/m <sup>2</sup>
fyd, tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
coeficiente de seguridad	1,05		

○ Comprobación de estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

- DIMENSIONADO DE VIGAS

flecha máxima admisible	0,0067	m
flecha máxima cálculo	0,0028	m

- Desplazamientos horizontales. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:

a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;

b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Tomando la opción más restrictiva, el desplazamiento horizontal máximo deberá ser menor de 1/500.

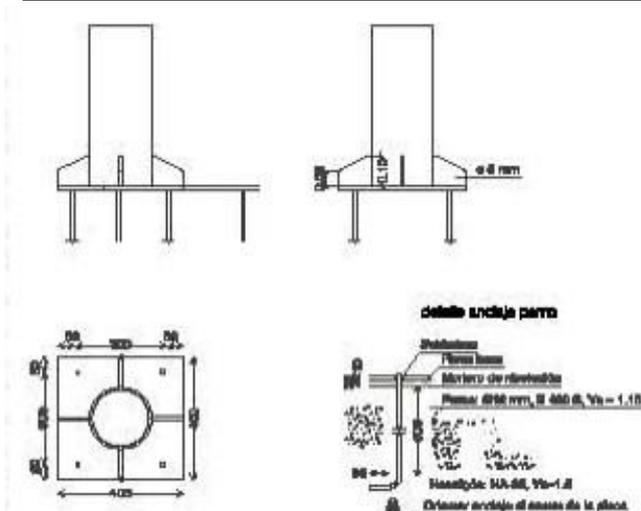
- DIMENSIONADO DE PILARES

Desplazamiento máximo admisible	0,0143 m
desplazamiento máxima cálculo	0,0016 m

- PLACA DE ANCLAJE DE PILAR A ZAPATA

La metodología utilizada para el dimensionado será mediante el programa CYPE, a partir del cual se calcularán los pernos y la placa que transmiten las cargas a la cimentación, utilizando los datos de reacciones calculados previamente.

Geometría de la placa de anclaje	
Anchura	40 cm
Longitud*	40 cm
Espesor	10 mm
Pernos	4Ø12 mm
Cartelas x 4	5x10x0,8 cm



### 2.3.4. PÓRTICO EN ENCUENTRO CON CLAUSTRO-BIBLIOTECA

#### - Datos e hipótesis de partida

Ahora se realizarán las comprobaciones estructurales del pórtico transversal del claustro en contacto con el patio. La parte izquierda de la estructura no será tenida en cuenta en el cálculo ya que en el encuentro de los sistemas que conforman claustro y patio está situada la junta estructural, por lo que ambas partes serán calculadas por separado.

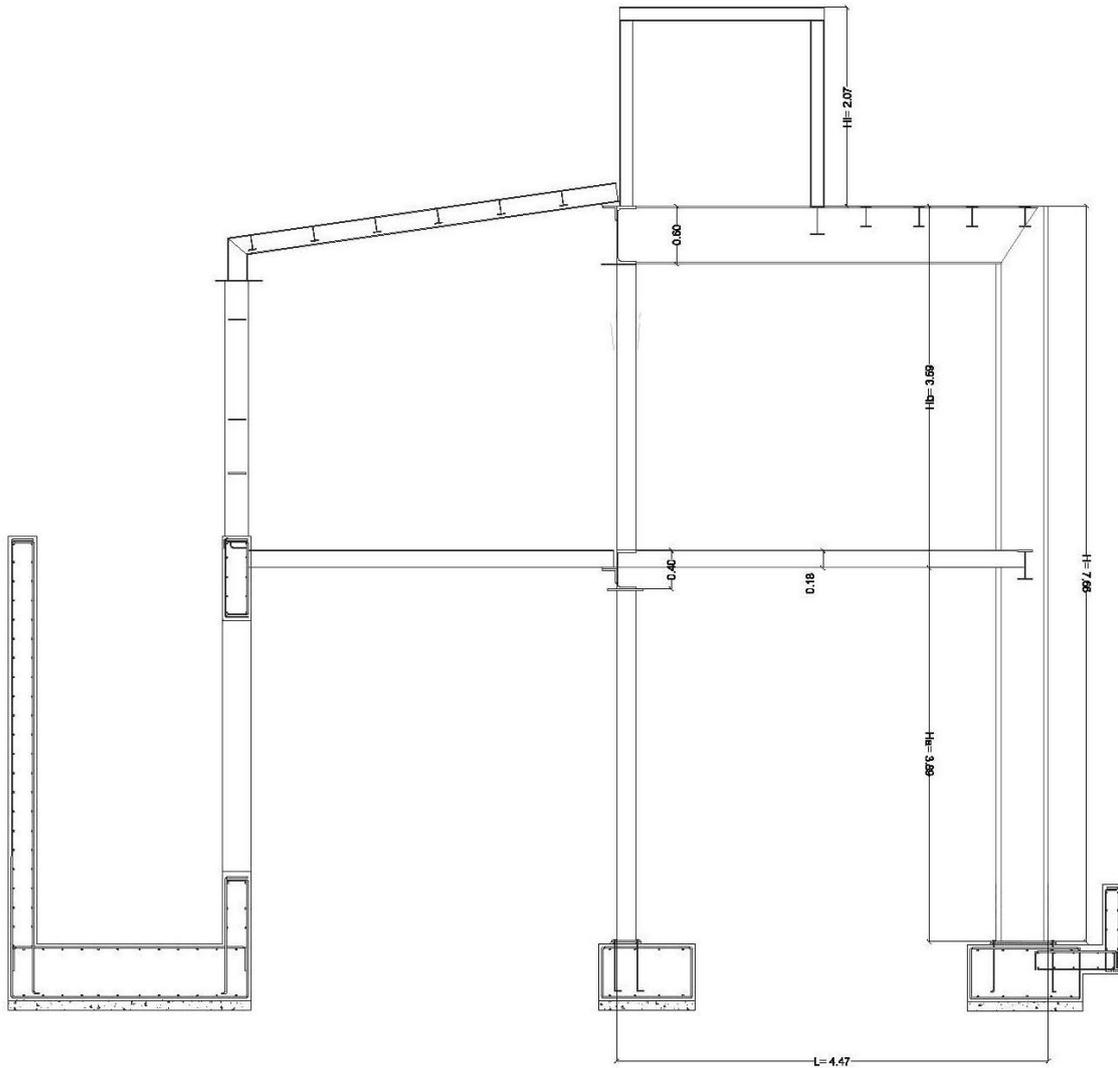
#### ○ Geometría de la estructura

Material	acero S275J0		
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción			
altura de la construcción	H	9,73	m
separación de pórticos	a	3,37	m

Geometría del pórtico			
Longitud total	L	4,47	m
altura de planta inferior	$H_a$	3,89	m
altura de planta superior	$H_b$	3,58	m
Altura de lucernario	$H_l$	2,07	m

Sección			
Anchura de la sección de celosía	b	1,50	cm
Anchura de la sección de pilar cajón	B	60,00	cm
diámetro de la sección del pilar	$\varnothing$	20,00	cm
altura de la sección de la viga inferior	$h_0$	40,00	cm
altura de la sección de la viga superior	$h_1$	60,00	cm
Anchura/altura de la sección lucernario	$h_2$	20,00	cm



- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

#### ACCIONES PERMANENTES

- **Peso propio.**

El peso propio será sumado a la carga permanente por el programa MEFI, obtenido por éste mediante la introducción de las características de la estructura.

- **Carga permanente.**

Los valores correspondientes a la carga permanente serán los mismos que en el caso anterior, ya que nos encontramos ante un caso similar al pórtico general solo que con variaciones en cuanto al apoyo rígido de la viga que antes estaba en voladizo y la adición del lucernario.

A estos valores será necesario añadir la carga puntual que supone el peso de la escalera sobre la viga inferior, en esta carga se tendrá en cuenta la carga permanente de la escalera más la sobrecarga de uso de un sector público.

#### ACCIONES VARIABLES

- **Sobrecarga de uso.**

Lo mismo ocurre con la sobrecarga, cuyo valor es igual al del caso anterior.

- **Nieve.**

Para el cálculo de la carga de nieve se procederá de igual manera.

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE.

$s_k$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según la tabla 3.5.2 del DB SE-AE.

- **Viento.**

La carga de viento será la misma que la ya calculada para el pórtico transversal, a partir de la expresión:  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

#### - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

○ Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).
- c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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

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

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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 $\leq$ 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.

Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y la acción variable más desfavorable, en este caso la sobrecarga debida al uso público y el viento, en valor de combinación.

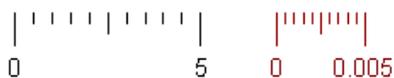
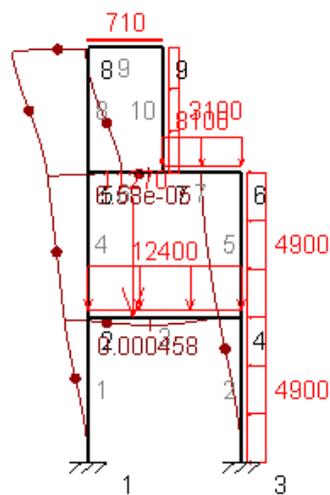
P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot Gk_1 + \gamma_g \cdot Gk_2 + Qk_0$ $\cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	<b>12,40</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
$Gk_1$ . Peso losa	5			
$\Gamma_{g_1}$	1,35			
$Gk_2$ . Peso Pavimento	0,3			
$\Gamma_{g_2}$	1,35			
$Gk_2$ . Peso escalera	8,32	CARGA PUNTUAL	<b>11,27</b>	<b>kN</b>
$\Gamma_{g_1}$	1,35			
P1. acciones variables				
$Qk_0$ . Sobrecarga de uso	5			
$\gamma_0$	1,5			
$\psi_0$	0,7			

P2. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot Gk1 + \gamma_g \cdot Gk2 + + Qk1 \cdot \gamma_1 \cdot \psi_1$	<b>8,10</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
Gk <sub>1</sub> . Peso losa	5			
Γ <sub>g1</sub>	1,35			
Gk <sub>2</sub> . Peso cubierta	1			
Γ <sub>g2</sub>	1,35			
P2. acciones variables				
Qk1. Nieve	0,5			
Ψ <sub>1</sub>	1,5			
Ψ <sub>1</sub>	0,5			

P3. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot Gk1 + \gamma_g \cdot Gk2 + Qk0 \cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	<b>0,71</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
Gk <sub>1</sub> . Peso vidrio	0,25			
Γ <sub>g1</sub>	1,35			
P3. acciones variables				
Qk1. Nieve	0,5			
Γ <sub>1</sub>	1,5			
Ψ <sub>1</sub>	0,5			

PÓRTICO ENCUENTRO PATIO (estado 1)

Deformada × 473



A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudian las solicitaciones de las secciones. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

- VIGA INFERIOR, ZUNCHO ESCALERA

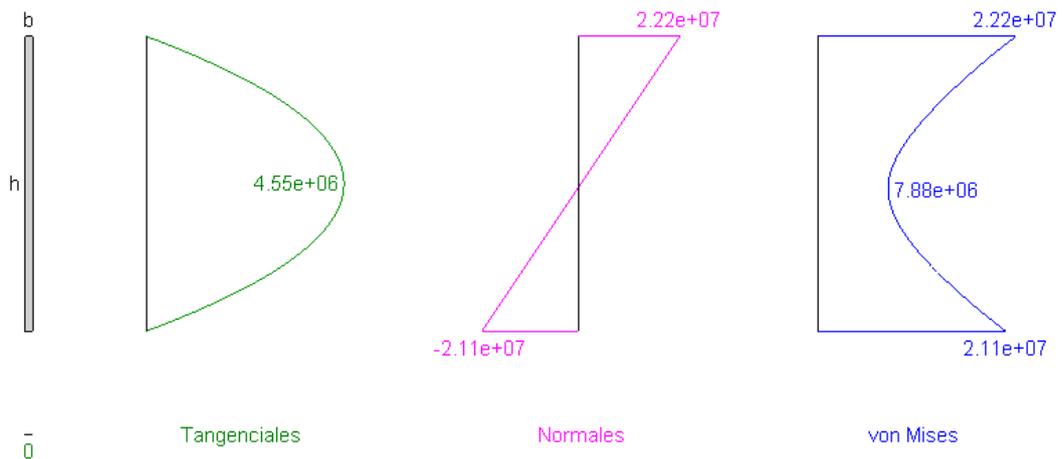
PÓRTICO ENCUENTRO PATIO (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = 4833.1, cortante = 25649 y flector = -17449 (línea = 3, x = 0)

h = 0.572754 y b = 0.0147533

**MEFI**



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

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 <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )			Tensión de rotura f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	
	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 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- Para los coeficientes parciales para 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 o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga cumple con el perfil IPE 400.

f <sub>c</sub> , tensión de von Misses máxima		$2,27 \cdot 10^4$ kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$ kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$	
Coficiente de seguridad	1,05	

- ESTRUCTURA LUCERNARIO

Dentro de la estructura del lucernario, se estudian las solicitaciones de las secciones verticales, ya que son las más desfavorables.

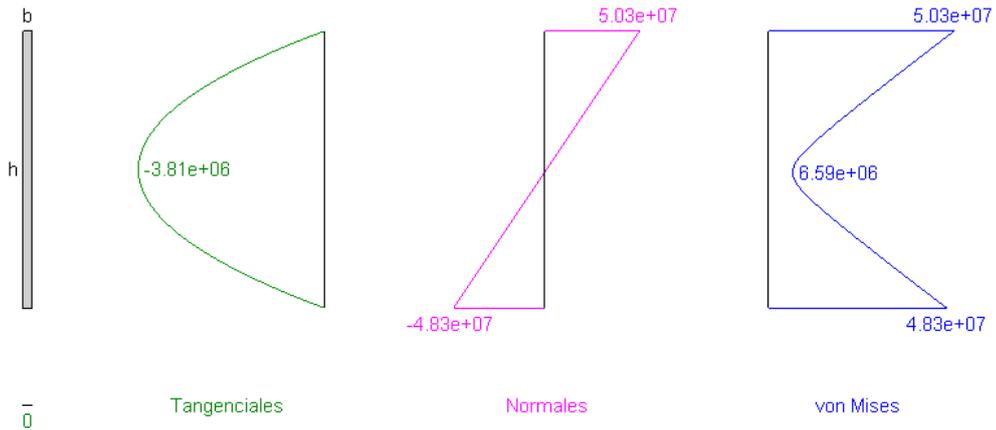
PÓRTICO ENCUENTRO PATIO (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = 3407.4, cortante = -8473 y flector = -8658.6 (línea = 10, x = 3.35)

h = 0.315469 y b = 0.0105874

MEFI



La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de que el lucernario cumple con una estructura formada por perfiles HEB140.

$f_c$ , tensión de von Misses máxima		$5,03 \cdot 10^4$	$\text{kN/m}^2$
$f_{yd}$ , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	$\text{kN/m}^2$
tensión límite acero S275J0	$0,26 \cdot 10^6$		
Coefficiente de seguridad	1,05		

○ Estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

- VIGA INFERIOR- ZUNCHO ESCALERA

flecha máxima admisible	0,0082 m
flecha máxima cálculo	0,0045 m

- Desplazamientos horizontales. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:

- a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;
- b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Tomando la opción más restrictiva, el desplazamiento horizontal máximo deberá ser menor de 1/500.

- ESTRUCTURA LUCERNARIO

Desplazamiento máximo admisible	0,0050 m
desplazamiento máxima cálculo	0,0024 m

## 2.4. PLATAFORMA DE ACCESO

La estructura de la plataforma de acceso está formada por cinco pórticos paralelos a una distancia de 3.5 m, constituidos por pilares redondos de 30 cm de diámetro sobre los que apoyan las vigas principales que sustentan el forjado. Estas vigas, en los pórticos 1, 2 y 3, apoyan con posibilidad de deslizamiento sobre ménsulas de hormigón al muro del núcleo de servicios junto al que se encuentran, debido a la junta estructural. Por otro lado, las vigas de los pórticos 4 y 5 se encuentran con la estructura del claustro en dirección perpendicular mediante uniones rígidas soldadas.

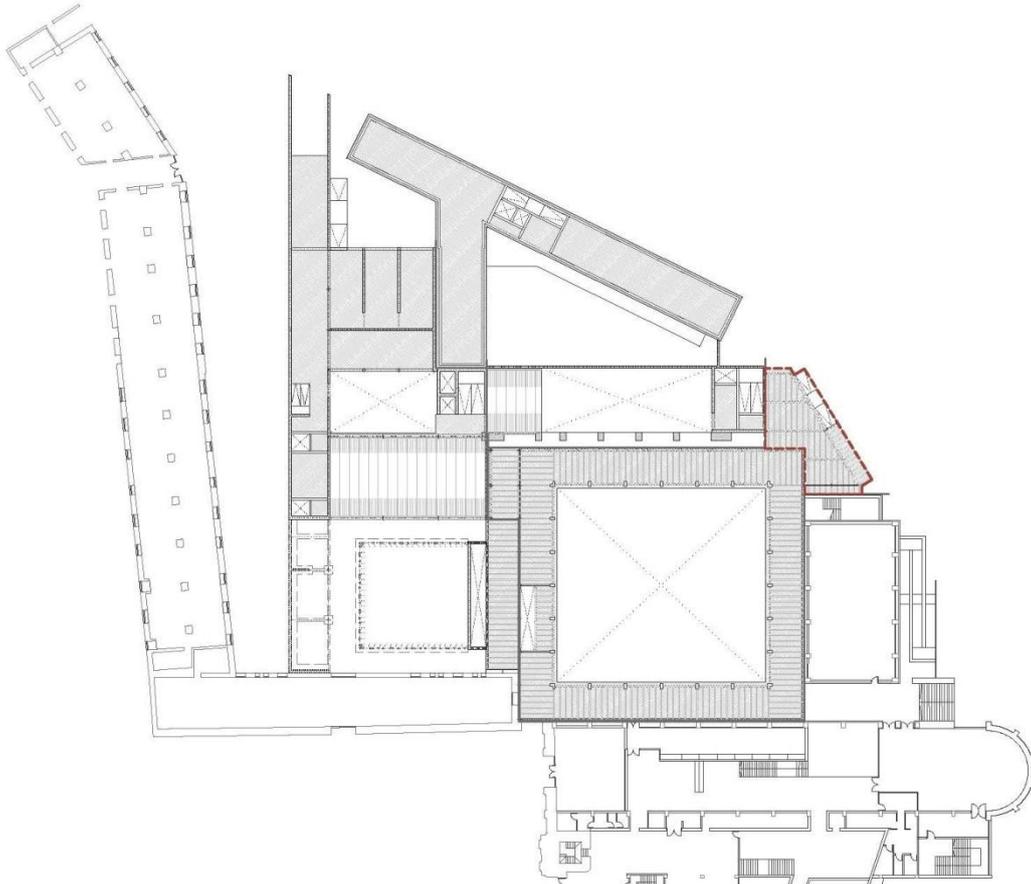
Los pilares se unen entre ellos mediante una viga de cierre formada por un IPE400 y es a partir de este perfil de donde se sustentan la viga que sirve de apoyo a la escalera y las correas que constituyen el voladizo de la plataforma.

La transmisión de cargas debidas a los forjados se realiza mediante correas perpendiculares a las vigas, dispuestas cada 70 cm.

El proceso seguido consiste en el cálculo de los pórticos formados por pilar, viga y correas mediante el software MEFI (Método de Elementos Finitos en Ingeniería), desarrollado por la Universidad Politécnica de Cartagena. El programa realiza el análisis estático de problemas de elasticidad y de estructuras planas articuladas o rígidas a partir del cual la estructura será sometida a las distintas comprobaciones de estabilidad y resistencia (estado límite de servicio) y la aptitud para el servicio (estados límite últimos) siguiendo el CTE DB SE-A. Para la confirmación de las cargas se parte del CTE DB SE-AE: ACCIONES DE LA EDIFICACIÓN, a partir del cual se eligen los valores de carga y se toman las ecuaciones de comprobación necesarias.

También mediante el CTE DB SE-A se tendrán en cuenta las comprobaciones ante la acción del fuego que afectan a su resistencia y estabilidad, disminuyendo su sección.

El cálculo y dimensionado de los anclajes se lleva a cabo con CYPE, partiendo de los esfuerzos obtenidos en los extremos y se realizan las comprobaciones pertinentes según la normativa vigente.



#### 2.4.1. PÓRTICO PILAR-VIGA APOYADA

##### - Datos e hipótesis de partida

De los cinco pórticos por los que está constituida la plataforma, tomamos el de mayor luz para su dimensionado y los perfiles que resulten del cálculo serán aplicados al resto de los pórticos.

##### ○ Geometría de la estructura

Material	acero S275J0		
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción			
altura de la construcción	H	3,90	m
separación de pórticos	a	3,50	m

Geometría del pórtico			
Longitud total	L	7,2	m
altura	H <sub>a</sub>	3,90	m

Sección			
diámetro de la sección del pilar	Ø	30,00	cm
altura de la sección de la viga	h <sub>0</sub>	40,00	cm
altura de la sección de la correa	h <sub>1</sub>	18,00	cm

○ Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

#### ACCIONES PERMANENTES

##### - Peso propio.

El peso propio será sumado a la carga permanente por el programa MEFI, obtenido por éste mediante la introducción de las características de la estructura.

##### - Carga permanente.

Para la carga permanente el valor tomado es 5 kN/m<sup>2</sup> de la losa de hormigón que constituye el forjado y 1,5 kN/m<sup>2</sup> del pavimento, incluyendo el material de agarre, tal como establece la tabla C.5 del DB SE-AE.

**Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos**

Elemento	Peso
<b>Forjados</b>	kN / m <sup>2</sup>
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
<b>Cerramientos y particiones</b> (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
<b>Solados</b> (incluyendo material de agarre)	kN / m <sup>2</sup>
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañeado; grueso total < 0,15 m	1,5
<b>Cubierta, sobre forjado</b> (peso en proyección horizontal)	kN / m <sup>2</sup>
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5

## ACCIONES VARIABLES

### - Sobrecarga de uso.

Se toma como sobrecarga de uso la subcategoría C3, zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas, dentro de las zonas de acceso al público, lo que conlleva una carga de valor  $5 \text{ kN/m}^2$ , según la tabla 3.1 del DB SE-AE.

**Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso**

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)</sup> <sup>(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

### - Nieve.

Para el cálculo de la carga de nieve se procederá de igual manera que en los casos anteriores.

$\mu$ , coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE.

$s_k$ , el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según la tabla 3.5.2 del DB SE-AE.

### - Viento.

La carga de viento será la misma que la calculada en los casos anteriores, a partir de la expresión:  $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$

## - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

### ○ Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, 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 ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).
- 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE 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 ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	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	

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

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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)		<sup>(1)</sup>	
• 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

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

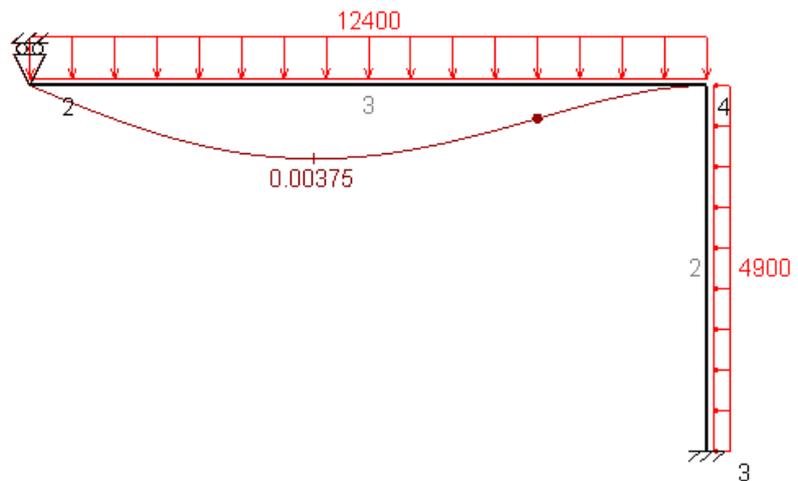
Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y la acción variable más desfavorable, en este caso la sobrecarga debida al uso público y el viento, en valor de combinación.

P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot Gk_1 + \gamma_g \cdot Gk_2 + Qk_0 \cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	12,40	kN/m <sup>2</sup>
Gk <sub>1</sub> . Peso losa	5			
Γ <sub>g1</sub>	1,35			
Gk <sub>2</sub> . Peso pavimento	0,3			
Γ <sub>g2</sub>	1,35			
P1. acciones variables				
Qk0. Sobrecarga de uso	5			
γ <sub>0</sub>	1,5			
ψ <sub>0</sub>	0,7			

A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudian las solicitaciones de las secciones. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

#### PÓRTICO ENCUENTRO PATIO (estado 1)

Deformada × 209



- DIMENSIONADO DE VIGAS

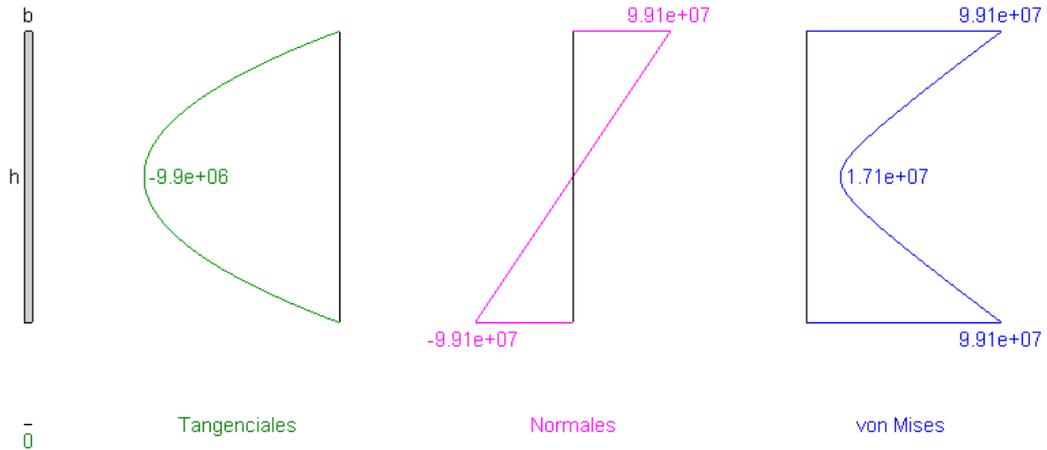
PÓRTICO PLATAFORMA (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

MEFI

Axil = 0, cortante = -55745 y flector = -79958 (línea = 3, x = 7.2)

h = 0.572754 y b = 0.0147533



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	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 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- 1 Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:
  - a)  $\gamma_{M0} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
  - b)  $\gamma_{M1} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
  - c)  $\gamma_{M2} = 1,25$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - d)  $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- 2 Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga cumple con el perfil IPE 400.

fc, tensión de von Mises máxima		$9,91 \cdot 10^7$	kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
Coeficiente de seguridad	1,05		

#### - DIMENSIONADO DE PILARES

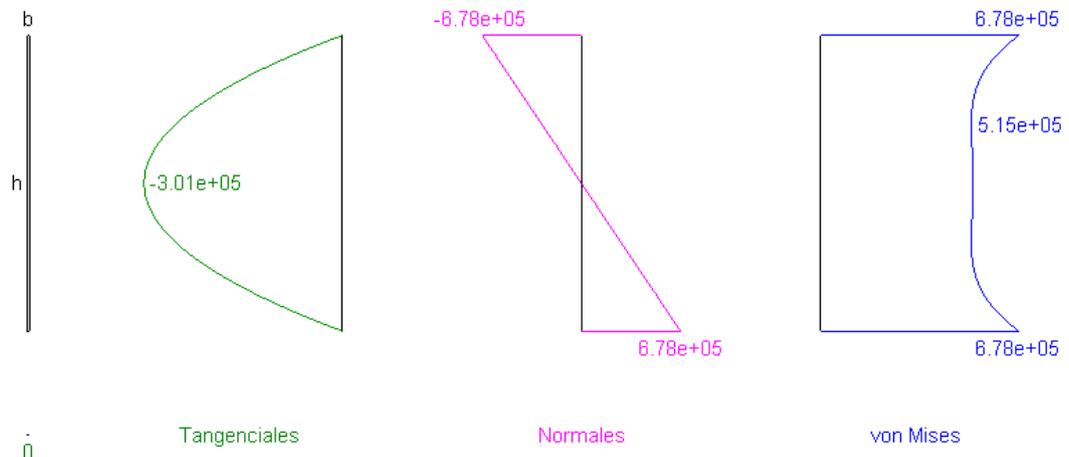
PÓRTICO PLATAFORMA (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = 6.7849, cortante = -19159 y flector = 37407 (línea = 2, x = 0)

h = 3.47136 y b = 0.0274821

**MEFI**



La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de que el pilar cumple con perfil redondo de diámetro 300 mm y espesor 12 mm.

fc, tensión de von Mises máxima		$6,78 \cdot 10^2$	kN/m <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub> , tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,26 \cdot 10^6$		
Coefficiente de seguridad	1,05		

○ Comprobación de estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

- DIMENSIONADO DE VIGAS

flecha máxima admisible	0,0144	m
flecha máxima cálculo	0,0037	m

- Desplazamientos horizontales. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:

- a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;

b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Tomando la opción más restrictiva, el desplazamiento horizontal máximo deberá ser menor de 1/500.

#### - DIMENSIONADO DE PILARES

desplazamiento máximo admisible	0,0078 m
flecha máxima cálculo	0,0003 m

Una vez comprobado que las características resistentes del pórtico se adecúan a la normativa vigente se procede a la toma de datos de esfuerzos en apoyos. Para calcular las placas de anclaje y zapatas con el programa Cype hay que tomar los esfuerzos discretizados en carga permanente, sobrecarga, nieve y viento dado que Cype somete a las combinaciones de cargas descritas en el Código Técnico.

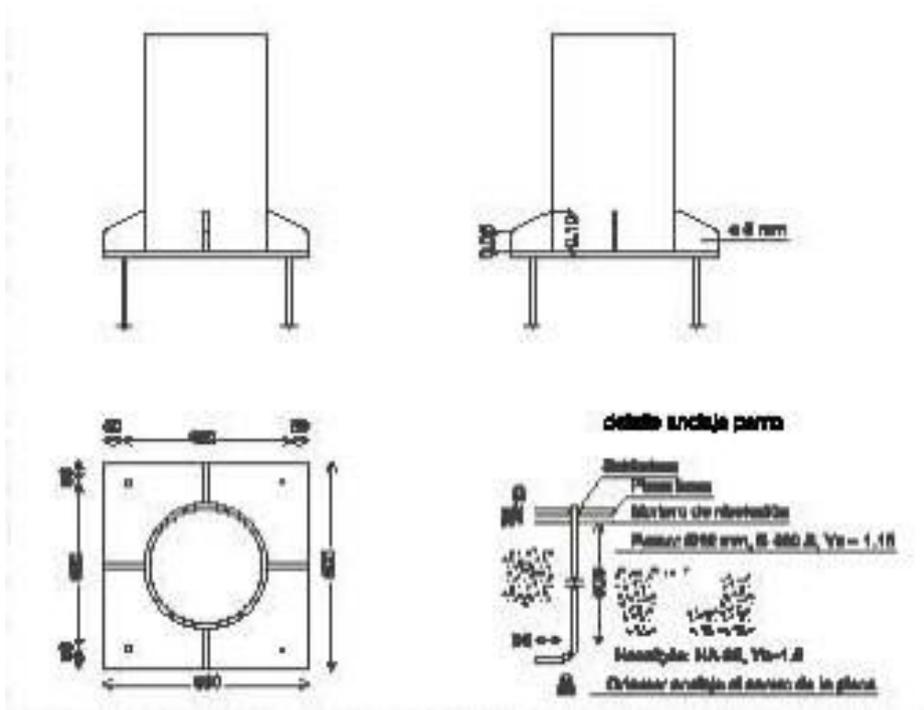
Una vez seleccionados los datos de esfuerzos en los apoyos, la tabla resumen es la siguiente:

punto 3. apoyo a zapata	N (kN)	Mx (kNm)	Qx (kN)	Qy (kN)
carga permanente	23,83	34,19	0,00	5,30
sobrecarga	22,48	32,26	0,00	5,00
nieve	8,76	12,58	0,00	0,00
viento	0,006	37,41	4,9	0,00

#### - PLACA DE ANCLAJE DE PILAR A ZAPATA

La metodología utilizada para el dimensionado será mediante el programa CYPE, a partir del cual se calcularán los pernos y la placa que transmiten las cargas a la cimentación, utilizando los datos de reacciones calculados previamente.

Geometría de la placa de anclaje	
Anchura	50 cm
Longitud*	50 cm
Espesor	10 mm
Pernos	4Ø12 mm
Cartelas x 4	5x10x0,8 cm



#### - DIMENSIONADO DE CORREAS

El cálculo de las correas va a consistir en un proceso similar. Todas las correas cuentan con la misma luz, salvo un vano que es inferior, por lo que tomamos cualquiera de los vanos iguales y de mayor luz ya que las solicitaciones serán mayores.

- Geometría de la estructura

Material	acero S275J0		
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Geometría de la correa		
longitud de la correa	L	3,55 m
distancia entre correas	d	0,70 m
tipo de apoyo		rígido. Soldado

- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

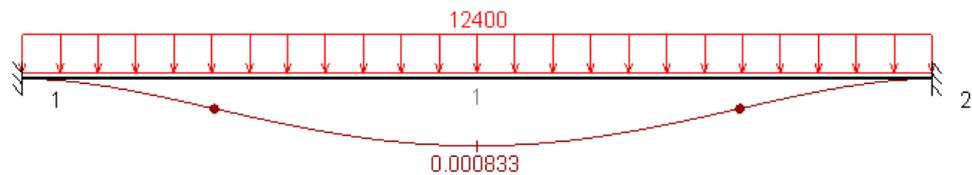
Las cargas a las que se encuentran sometidas las correas son las mismas a las anteriormente descritas para las vigas.

- Comprobaciones.

Al igual que anteriormente se debe confirmar que las correas cumplen con lo descrito para los estados límite últimos y para los estados límite de servicio.

CORREAS (estado 1)

Deformada x 311



Siendo un caso idéntico al anterior, la causa más restrictiva será la flecha. Por lo que el dimensionado se basará en la observación de este esfuerzo sobre la correa.

Tomando la opción más restrictiva dentro de los casos del DB SE-A, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,0070 m
flecha máxima cálculo	0,0008 m

#### EXTRAPOLACIÓN DE DATOS PARA EL PÓRTICO COMPLETO

Los resultados obtenidos para el pórtico calculado son los siguientes:

pórtico estructura patio	L (m)	perfil
pilar	3,90	Ø300
vigas	variable	IPE400
correas	3,50	IPE180

#### 2.4.2. VIGA DE ACERO DE CIERRE

##### - Datos e hipótesis de partida

De los cinco pórticos por los que está constituida la plataforma, tomamos el de mayor luz para su dimensionado y los perfiles que resulten del cálculo serán aplicados al resto de los pórticos.

##### ○ Geometría de la estructura

Material		acero S275J0	
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción		
altura de la construcción	H	3,90 m
separación de pórticos	a <sub>1</sub>	3,75 m
	a <sub>2</sub> , a <sub>3</sub> , a <sub>4</sub>	4,17 m

Geometría del pórtico		
Longitud total	L	16,28 m
altura	H <sub>a</sub>	3,90 m

Sección		
diámetro de la sección del pilar	Ø	30,00 cm
altura de la sección de la viga	h <sub>0</sub>	40,00 cm

- Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

Las cargas a las que se encuentran sometidos los pórticos son las mismas que las descritas para el apartado del pórtico viga-pilar, siendo éste mismo pero en sentido perpendicular.

### - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

- Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).
- b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).
- c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE 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 ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	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	

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

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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)		( <sup>1</sup> )	
• 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

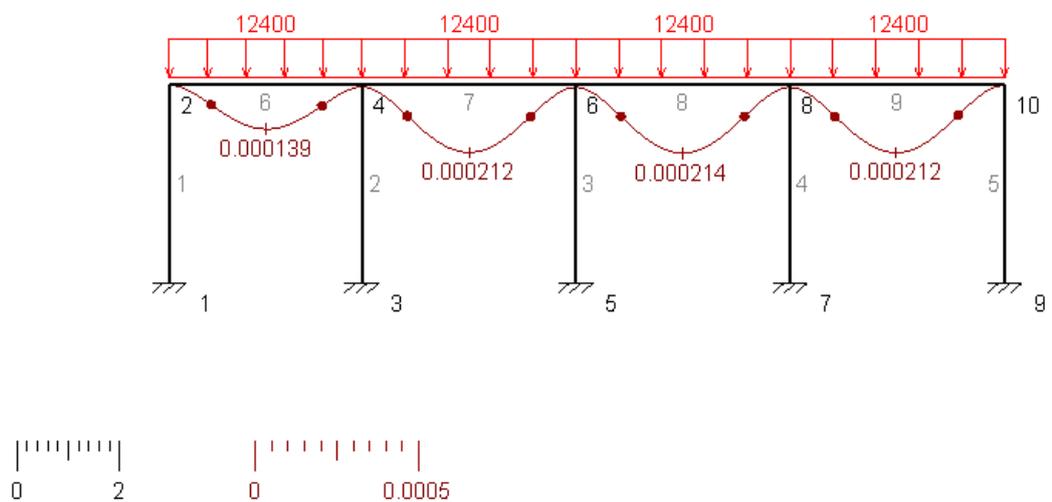
<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y la acción variable más desfavorable, en este caso la sobrecarga debida al uso público y el viento, en valor de combinación.

P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot G_{k1} + \gamma_g \cdot G_{k2} + Q_{k0} \cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	<b>12,40</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
$G_{k1}$ . Peso losa	5			
$\Gamma_{g1}$	1,35			
$G_{k2}$ . Peso pavimento	0,3			
$\Gamma_{g2}$	1,35			
P1. acciones variables				
$Q_{k0}$ . Sobrecarga de uso	5			
$\gamma_0$	1,5			
$\psi_0$	0,7			

A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudian las solicitaciones de las secciones. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Misses, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

VIGA REMATE (estado 1)  
Deformada x 6352



A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

**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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	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 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- Para los coeficientes parciales para 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 o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga cumple con el perfil IPE 400.

fc, tensión de von Misses máxima		$2,26 \cdot 10^4$	kN/m <sup>2</sup>
fyd, tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
coeficiente de seguridad	1,05		

○ Comprobación de estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,0083	m
flecha máxima cálculo	0,0002	m

- DIMENSIONADO DE VIGA EN VOLADIZO. APOYO DE ESCALERA

- Datos e hipótesis de partida

El extremo de la losa que forma la plataforma se encuentra en voladizo. La estructura que lo sustenta está formada por una viga sobre la que apoya la escalera de acceso y una serie de correas que parten de la viga de cierre.

○ Geometría de la estructura

Material	acero S275J0		
Tensión de límite elástico	$f_y$	265,00	N/mm <sup>2</sup>
Tensión de rotura	$f_y$	410,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	E	210000,00	N/mm <sup>2</sup>
Módulo de rigidez	G	81000,00	N/mm <sup>2</sup>
Peso específico	$\gamma$	7850,00	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha$	81000,00	1/°C

Dimensiones de la construcción			
altura de la construcción	H	3,90	m
Longitud de viga en voladizo	L	1,7	m
Longitud de correas en voladizo	l	1,5	m

Sección			
diámetro de la sección del pilar	$\varnothing$	30,00	cm
altura de la sección de la viga	$h_0$	40,00	cm
altura de la sección de la correa	$h_1$	18,00	cm

○ Evaluación de las cargas según los datos del CTE DB SE-AE

Las cargas a las que se encuentra sometida la viga en voladizo son las mismas que las descritas para el apartado del pórtico, solo que aplicadas sobre una longitud menor. Además, se debe tener en cuenta la carga puntual que supone la escalera y su sobrecarga de uso sobre la viga.

## - Comprobaciones

Una vez obtenidas las cargas que intervendrán sobre la estructura, se requieren dos tipos de comprobaciones de acuerdo al DB SE 3.2, las relativas a:

### ○ Estados límite últimos.

Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:  $E_d \leq R_d$

Siendo:

$E_d$ , valor de cálculo del efecto de las acciones

$R_d$ , valor de cálculo de la resistencia correspondiente

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:

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

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

a) todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ).

b) una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ).

c) 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,  $\gamma$ , se establecen en la tabla 4.1 del DB SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Los valores de los coeficientes de simultaneidad,  $\psi$ , se establecen en la tabla 4.2 del DB SE.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	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	

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

**Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )**

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
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)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes $\leq$ 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

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

Contemplamos la acción de combinación más desfavorable, que sería la consideración simultánea de las acciones permanentes en valor de cálculo y la acción variable más desfavorable, en este caso la sobrecarga debida al uso público y el viento, en valor de combinación.

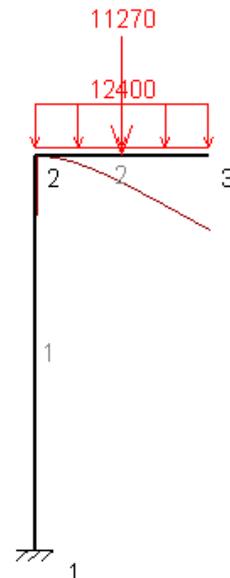
P1. acciones permanentes		$Q = \gamma_g \cdot Gk_1 + \gamma_g \cdot Gk_2 + Qk_0 \cdot \gamma_0 \cdot \psi_0$	12,40	kN/m <sup>2</sup>
Gk <sub>1</sub> . Peso losa	5			
γ <sub>g1</sub>	1,35			
Gk <sub>2</sub> . Peso pavimento	0,3			
γ <sub>g2</sub>	1,35			
P1. acciones variables				
Qk <sub>0</sub> . Sobrecarga de uso	5			
γ <sub>0</sub>	1,5			
ψ <sub>0</sub>	0,7			

A estas cargas se añade una puntual de 11,27 kN en el centro de la viga para tener en cuenta el peso que supone la escalera y la sobrecarga de uso que lleva implícita.

A partir de los datos generados por el programa de cálculo se estudian las sollicitaciones de las secciones. El dimensionado se realizará a través del criterio de plasticidad de Von Mises, según el cual la tensión en el punto más solicitado del elemento deberá ser menor que el límite elástico del material.

#### VIGA VOLADIZO LOSA (estado 1)

Deformada × 1860

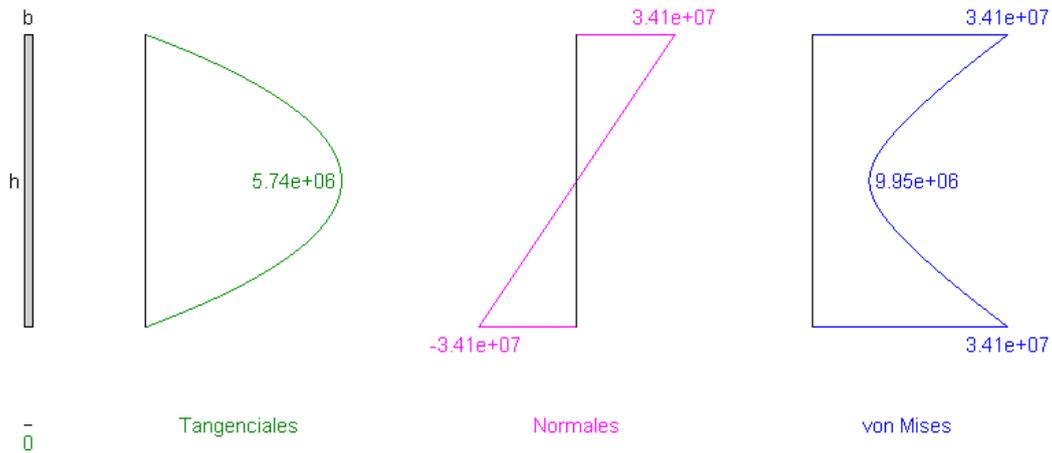


VIGA VOLADIZO LOSA (estado 1)

Tensiones tangenciales, normales y de von Mises

Axil = 0, cortante = 32350 y flector = -27498 (línea = 2, x = 0)

h = 0.572754 y b = 0.0147533



**MEFI**

A partir del DB SE-A, se toman los valores característicos del acero para determinar la resistencia de los elementos estructurales. El tipo de acero utilizado será S275J0, por lo que se tomará el valor de límite elástico inferior, que hace referencia al rango aproximado de espesor de los perfiles normalizados. Sobre este valor se aplicará el correspondiente coeficiente parcial de seguridad.

**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 <sup>2</sup> )			Tensión de rotura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
<b>S275J0</b>	<b>275</b>	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 <sup>(1)</sup>
S450J0	450	430	410	550	0

<sup>(1)</sup> Se le exige una energía mínima de 40J.

### 2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- 1 Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:
  - a)  $\gamma_{M0} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
  - b)  $\gamma_{M1} = 1,05$  coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
  - c)  $\gamma_{M2} = 1,25$  coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
  - d)  $\gamma_{M3} = 1,1$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.  
 $\gamma_{M3} = 1,4$  coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- 2 Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

La comparación de valores tensionales da lugar a la conclusión de que la viga cumple con el perfil IPE 400.

fc, tensión de von Misses máxima		$2,26 \cdot 10^4$	kN/m <sup>2</sup>
fyd, tensión límite elástica acero S275J0		$2,47 \cdot 10^5$	kN/m <sup>2</sup>
tensión límite acero S275J0	$0,275 \cdot 10^6$		
coeficiente de seguridad	1,05		

#### ○ Comprobación de estados límite de servicio.

Se considera de nuevo la combinación de acciones más desfavorable y se somete a la estructura a dicho estado de carga.

Para la situación de dimensionado considerada los efectos de las acciones se determinarán a partir de la flecha del elemento estructural.

- Flecha. La flecha relativa debe ser menor que:

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

Tomando la opción más restrictiva, la flecha máxima deberá ser menor de 1/500.

flecha máxima admisible	0,0034	m
flecha máxima cálculo	0,0004	m

## 2.5. ZAPATAS Y RIOSTRAS

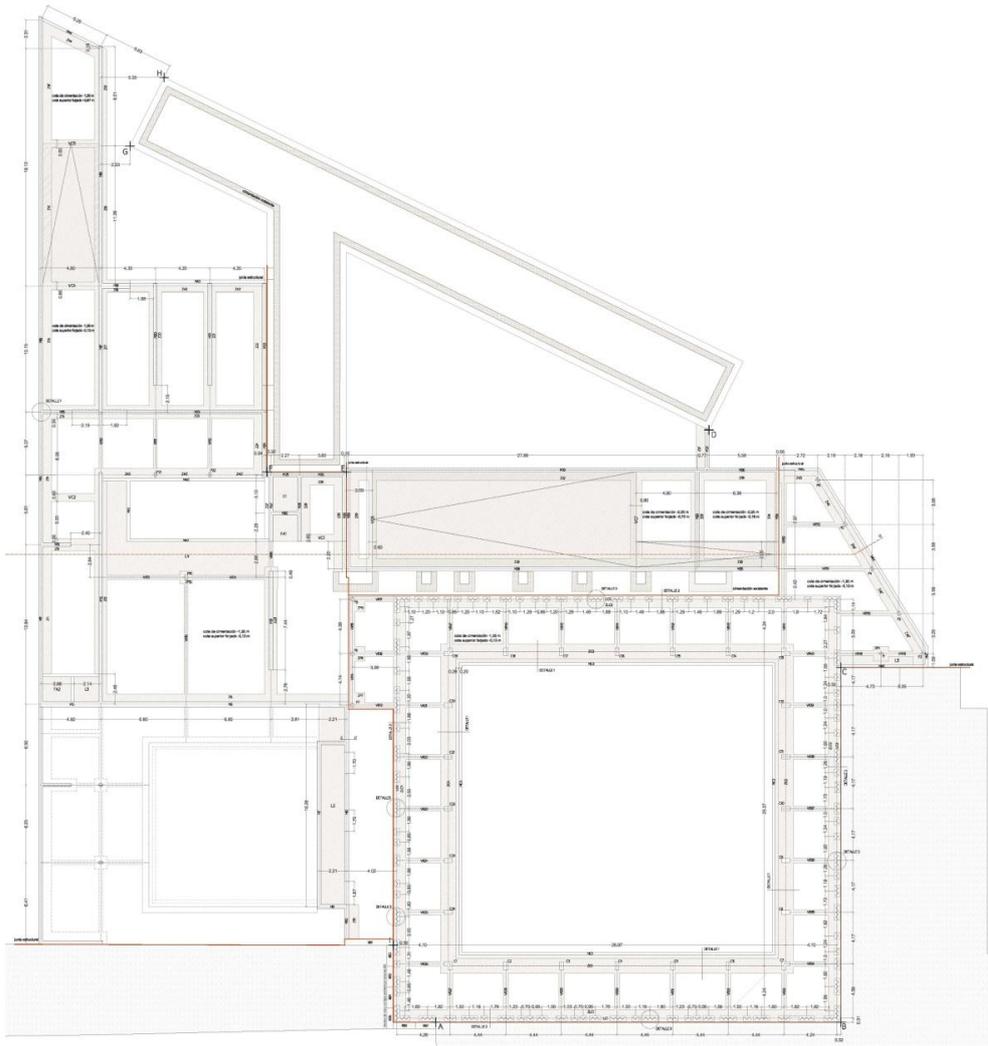
El cálculo y dimensionado de zapatas y vigas de arriostamiento supone la última parte del proceso. Para ello, serán introducidos en CYPE los pórticos, vigas y pilares anteriormente calculados cuya sección sea la más solicitada para establecer el número, tipo y dimensiones necesarias de las armaduras de la cimentación.

La mayor parte serán zapatas corridas, pero teniendo en cuenta la proximidad entre algunas de ellas, en varios casos se optará por sustituir la doble zapata corrida por una losa de cimentación.

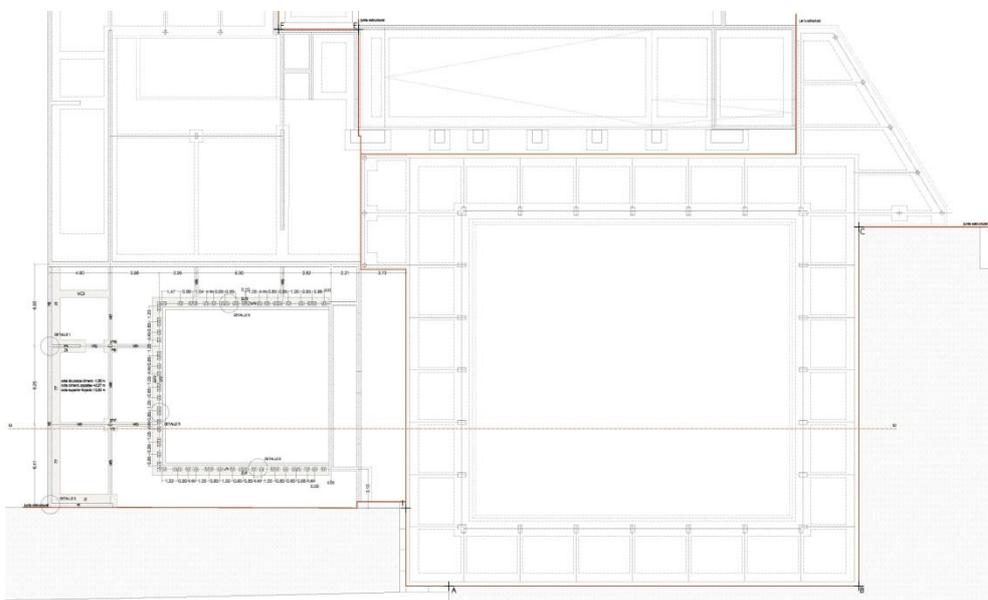
Las cargas introducidas en CYPE son las obtenidas en las reacciones en los pies de pilares y celosías. En el **anexo cálculos Cype** se puede encontrar una descripción más precisa de las diversas comprobaciones a las que son sometidas zapatas y riostras.

Debido a la dificultad para representar en CYPE los perfiles especiales que constituyen los lados de las dos celosías de los claustros, se ha hecho una aproximación sustituyendo cada módulo de celosía por un perfil normalizado equivalente.

La cimentación se lleva a cabo a dos cotas distintas, -1,35 m y +2,27 m (cotas establecidas desde el punto más bajo de proyecto) Para una mayor claridad se representa en dos planos diferentes. A continuación se incluye un esquema de la cimentación. Para una descripción más precisa de del diseño y características de zapatas, losas y vigas riostras **consultar los planos E0-E05 de estructura**.



Cimentación a cota -1,35 m



Cimentación a cota +2,27 m

## ANEXO II. CÁLCULOS CYPE

### COMPROBACIONES ZAPATA CORRIDA CELOSÍA CLAUSTRO PEATONAL

Referencia: (N4 - N10 - N13 - N15 - N17 - N19 - N22)		
Dimensiones: 505 x 100 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0517968 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0501291 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.051993 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección Y <sup>(4)</sup> <sup>(4)</sup> Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 25720.8 %	Cumple No procede
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -13.69 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -151.81 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 12.85 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 236.8 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N4:	Mínimo: 0 cm Calculado: 43 cm	Cumple
- N10:	Calculado: 43 cm	Cumple
- N13:	Calculado: 43 cm	Cumple
- N15:	Calculado: 43 cm	Cumple
- N17:	Calculado: 43 cm	Cumple
- N19:	Calculado: 43 cm	Cumple
- N22:	Calculado: 43 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple

Referencia: (N4 - N10 - N13 - N15 - N17 - N19 - N22)		
Dimensiones: 505 x 100 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø12c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 216 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 220 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 121 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 70 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.26		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.51		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 237.60 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

COMPROBACIONES ZAPATA CORRIDA PILARES CLAUSTRO PEATONAL

Referencia: (N1 - N7) Dimensiones: 525 x 120 x 50 Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø25c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0485595 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0485595 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0515025 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección Y <sup>(4)</sup> <sup>(4)</sup> Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 1366.4 %	Cumple No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: -197.38 kN·m Momento: 110.51 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 120.47 kN Cortante: 22.17 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 407.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1: - N7:	Mínimo: 0 cm Calculado: 43 cm Calculado: 43 cm	Cumple Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	

Referencia: (N1 - N7)		
Dimensiones: 525 x 120 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25 Xs:Ø25c/25 Ys:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera, ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 17 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 71 cm Calculado: 244 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 71 cm Calculado: 244 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 25 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible (Criterio de CYPE Ingenieros)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.69		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.36		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 285.08 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1247.05 kN		

## COMPROBACIONES ZAPATA CORRIDA CELOSÍA CLAUSTRO-BIBLIOTECA

Referencia: (N1 - N5 - N20 - N22) Dimensiones: 210 x 100 x 60 Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes:  - Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0164808 MPa  Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0171675 MPa	Cumple  Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 11428.5 % Reserva seguridad: 22400.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 0.14 kN·m Momento: 0.47 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 4.5 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1: - N5: - N20: - N22:	Mínimo: 30 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm Calculado: 52 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm Mínimo: 16 cm	Cumple

Referencia: (N1 - N5 - N20 - N22)		
Dimensiones: 210 x 100 x 60		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25 Xs:Ø16c/25 Ys:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Criterio de CYPE Ingenieros)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.01		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

## COMPROBACIONES PLACA DE ANCLAJE CELOSÍA CLAUSTRO-BIBLIOTECA

Referencia: N20		
-Placa base: Ancho X: 200 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 11 mm		
-Pernos: 4Ø10 mm L=50 cm Patilla a 90 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 55.56 kN Calculado: 0.06 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 38.89 kN Calculado: 0.01 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 55.56 kN Calculado: 0.07 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 25.12 kN Calculado: 0.06 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 0.780628 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 60.5 kN Calculado: 0.01 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 0.591404 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 0.590973 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 0.886965 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 0.886449 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 100000	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.00135		

COMPROBACIONES ZAPATA AISLADA PILAR CIRCULAR PÓRTICO CLAUSTRO EN ENCUENTRO  
CON FACHADA

Referencia: N1 Dimensiones: 120 x 120 x 75 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes:	Calculado: 0.121546 MPa Máximo: 0.2 MPa Máximo: 0.249959 MPa	Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X <sup>(4)</sup> - En dirección Y <sup>(4)</sup> <sup>(4)</sup> Sin momento de vuelco		No procede No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 34.45 kN·m Momento: 34.45 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 4941 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 0 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 120 x 120 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 65 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 65 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 (norma EHE-08))		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.15		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

## COMPROBACIONES ZAPATA AISLADA PILAR CIRCULAR PÓRTICO PLATAFORMA

Referencia: N5 Dimensiones: 120 x 120 x 60 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes:  - Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0625878 MPa  Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0651384 MPa	Cumple   Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección Y <sup>(4)</sup> (4) Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 6765.1 %	Cumple No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 14.30 kN-m Momento: 36.83 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 29.14 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 291 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N5:	Mínimo: 0 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0017 Calculado: 0.0017 Calculado: 0.0017 Calculado: 0.0017	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0005	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	

Referencia: N5		
Dimensiones: 120 x 120 x 60		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 86 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 86 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 50 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 (norma EHE-08))		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 327.95 kN		

## COMPROBACIONES VIGA RIOSTRA

Referencia: VC.S-2.1 [N5-N6] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 60.0 cm -Armadura superior: 4 Ø20 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga centradora: <i>Criterio de CYPE Ingenieros: El ancho de la viga debe ser mayor o igual a un veintavo de la luz de cálculo, y no inferior a 20 cm.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga centradora: <i>Criterio de CYPE Ingenieros: El canto de la viga debe ser mayor o igual a un doceavo de la luz de cálculo, y no inferior a 25 cm.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 6.8 cm Calculado: 6.8 cm Calculado: 21.6 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-08)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-08)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 6.8 cm Calculado: 6.8 cm Calculado: 21.6 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0033 Calculado: 0.0052 Calculado: 0.0052	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 12.56 cm <sup>2</sup> Mínimo: 1.41 cm <sup>2</sup> Mínimo: 0.86 cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 17.50 kN-m Axil: ± -0.00 kN Momento flector: -10.34 kN-m Axil: ± -0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 50 cm	Cumple

Referencia: VC.S-2.1 [N5-N6] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 60.0 cm -Armadura superior: 4 Ø20 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø20 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 17.96 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Se considera como luz de cálculo el menor valor entre la distancia entre ejes de los apoyos y la luz libre más un canto de la viga. - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 20.0 mm (Cumple)		

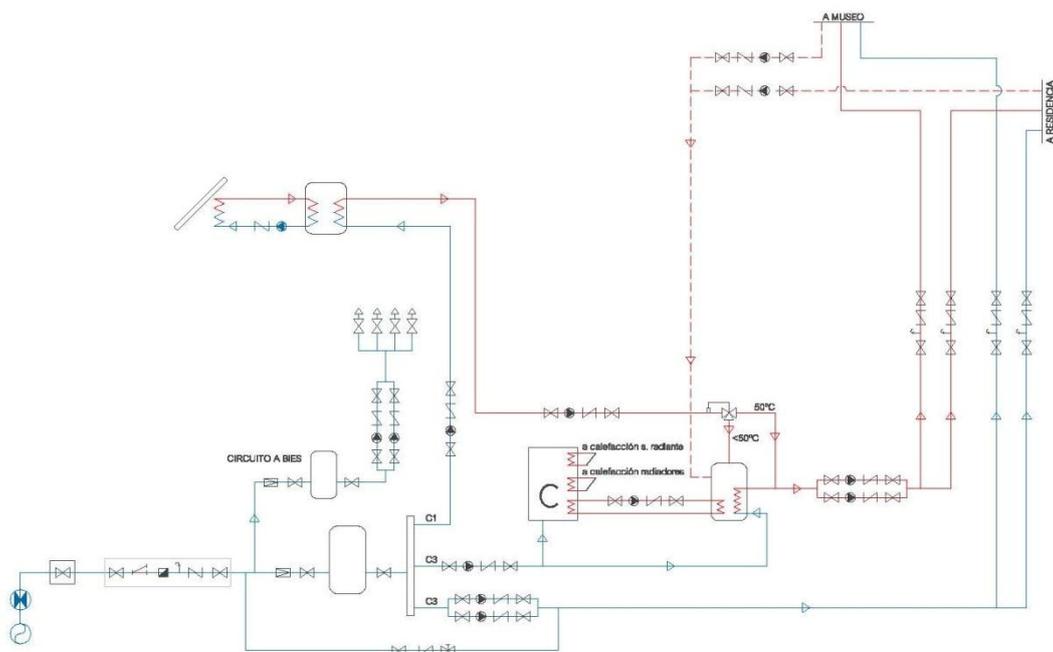
### 3. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

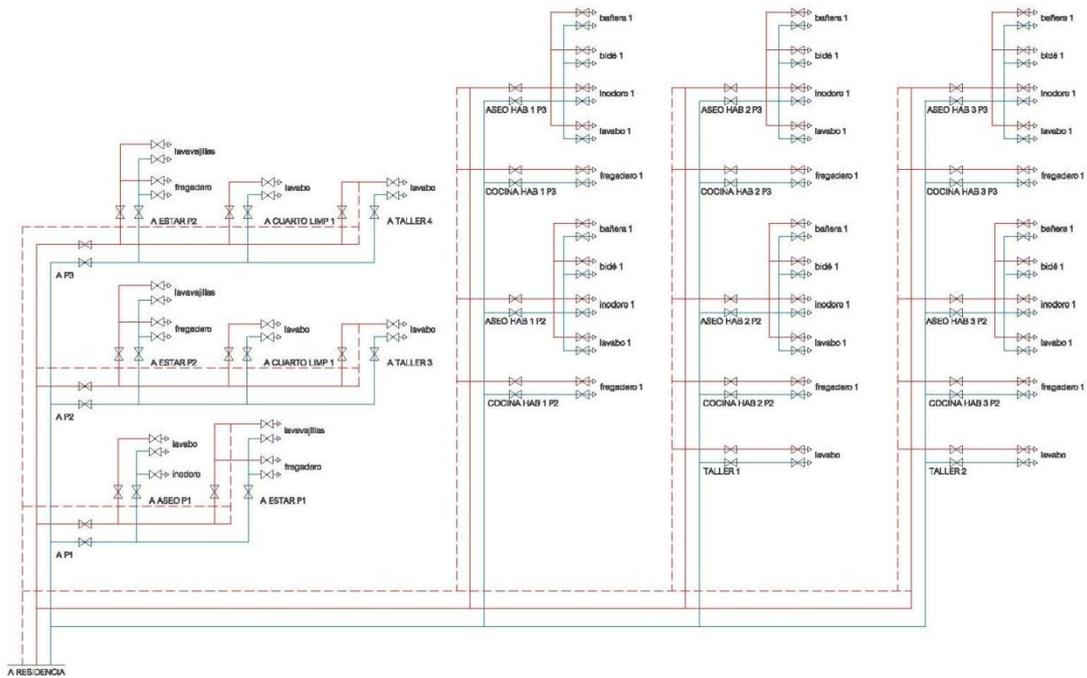
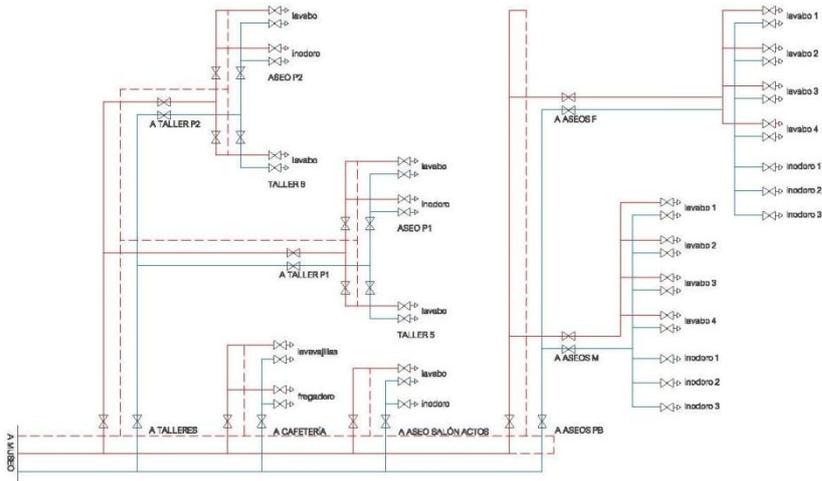


### 3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

- Acometida desde la calle Alonso V, cota +197,5 m
- Depósito general de acumulación de agua fría para distribución a puntos de consumo, distribución a calderas para instalaciones de ACS y calefacción y distribución a circuito de acumulación solar.
- Depósito de acumulación de agua fría para distribución a BIEs.
- Ramales de distribución a zonas de museo y residencia.
- Materiales de la instalación:
  - POLIPROPILENO. Montantes y conducciones de gran diámetro
  - POLIETILENO RETICULADO. Derivaciones en zonas húmedas a puntos de consumo

#### ESQUEMA DE PRINCIPIO DE ABASTECIMIENTO





### AGUA FRÍA

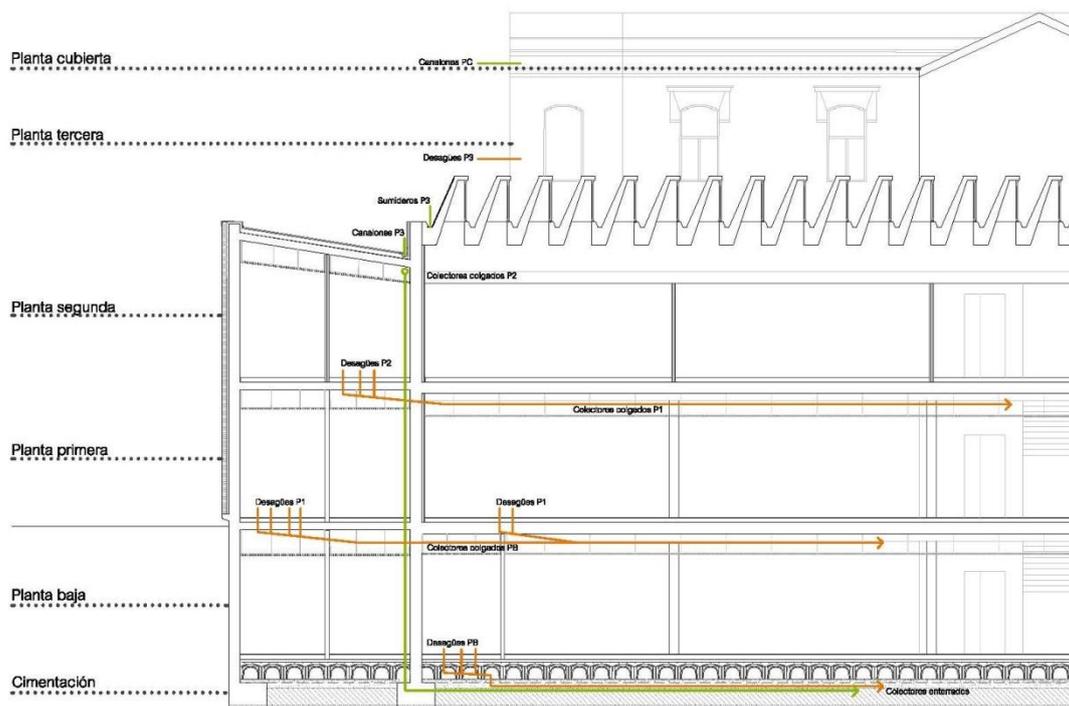
- Montante AF
- Conducto AF
- ⊗ Llave de paso AF
- Toma AF
- ⊗ Grifo hidromezclador
- Contador
- Grupo de presión
- Bomba
- ⊗ Válvula reductora
- Depósito AF
- ∟ Filtro
- ↑ Grifo de comprobación
- ∟ Válvula antirretorno
- ⊗ Llave de corte general
- ⊗ Acometida
- ⊗ Llave de toma en carga

### ACS

- Montante ACS
- Conducto ACS
- ⊗ Llave de paso ACS
- Toma ACS
- Bomba
- ⊗ Válvula reductora
- ∟ Filtro
- ↑ Grifo de comprobación
- ∟ Válvula antirretorno
- Montante recirculación ACS
- ⊗ Bomba de recirculación
- Conducto de recirculación (trazos)
- Caldera
- Depósito acumulador ACS
- Intercambiador de placas

## 3.2. SANEAMIENTO

- Conexión a red municipal en calle Alonso V, cota +197,5 m, y calle Asalto, cota +196,5 m.
- Red interior separativa. Conexión a red municipal no separativa mediante tramo de vertido único.
- Tipos de arquetas. A pie de bajante, enterradas, estancas registrables tipo Cedres y de trasdós.
- Materiales de la instalación:
  - POLIPROPILENO. Montantes y colectores aéreos y enterrados
  - POLIETILENO RETICULADO. Derivaciones de salas húmedas

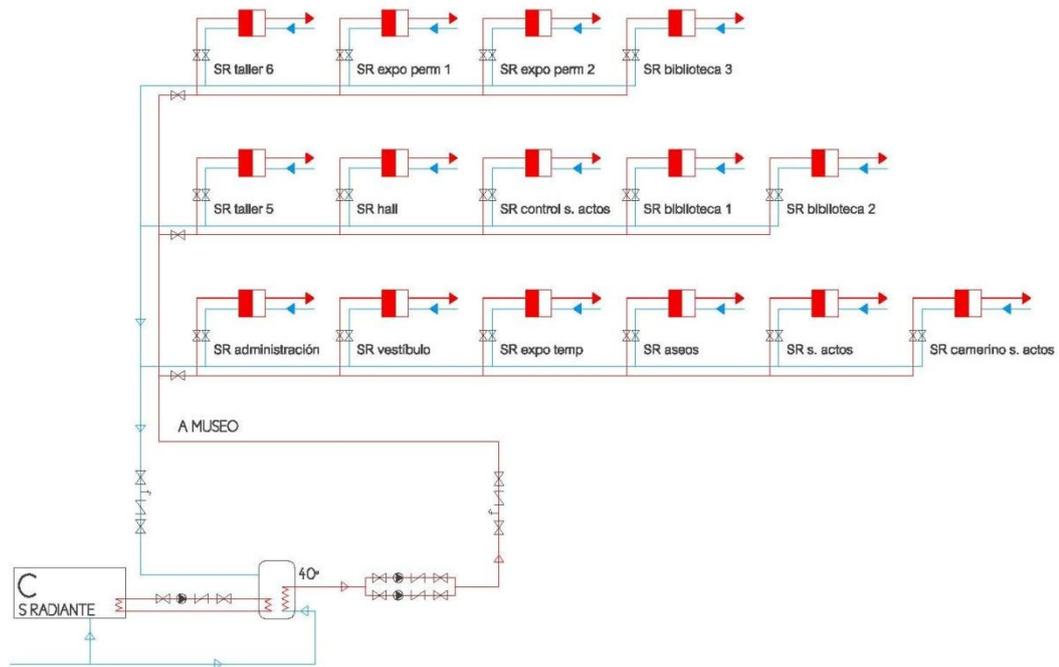


### 3.3. CALEFACCIÓN

- Sistemas de calefacción de funcionamiento independiente para espacios de Museo y Residencia.

-Caldera de producción de ACS para instalación de suelo radiante en Museo.  
Temperatura de distribución 40°.

ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE

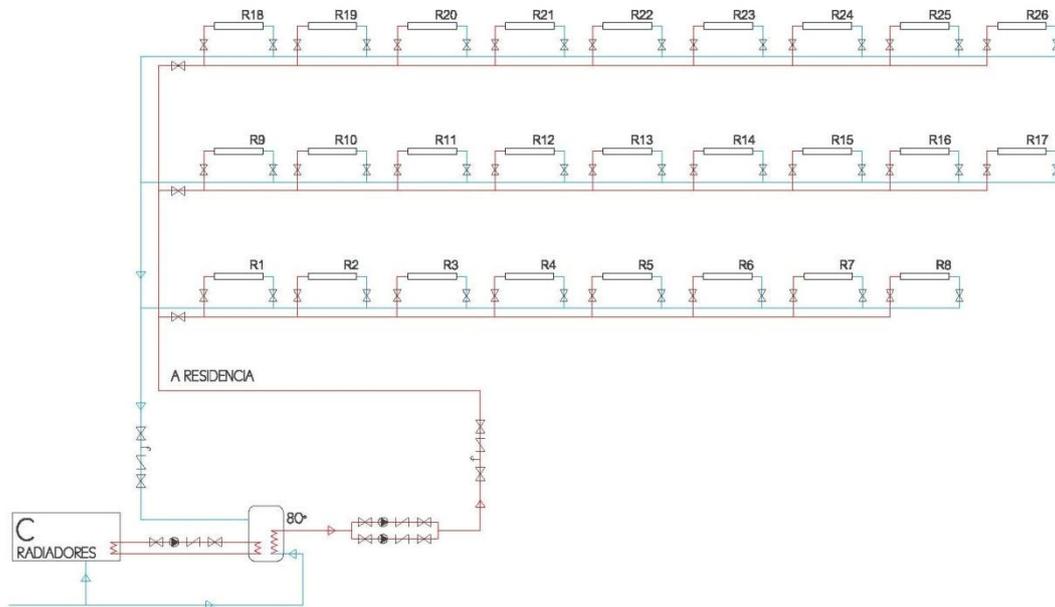


#### CALEFACCIÓN

- Montante conducto agua ida
- Conducto agua ida
- Bajante conducto agua vuelta
- Conducto agua vuelta
- c Caldera
- D Depósito acumulador
- Radiador
- ▨ Circuito suelo radiante
- Control circuito suelo radiante
- ➔ Impulsión conducto suelo radiante
- ➔ Retomo conducto suelo radiante

-Caldera de producción de ACS para instalación de radiadores Baxi Roca en Residencia.  
Temperatura de distribución 80°.

### ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CALEFACCIÓN POR RADIADORES



### 3.4. REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN

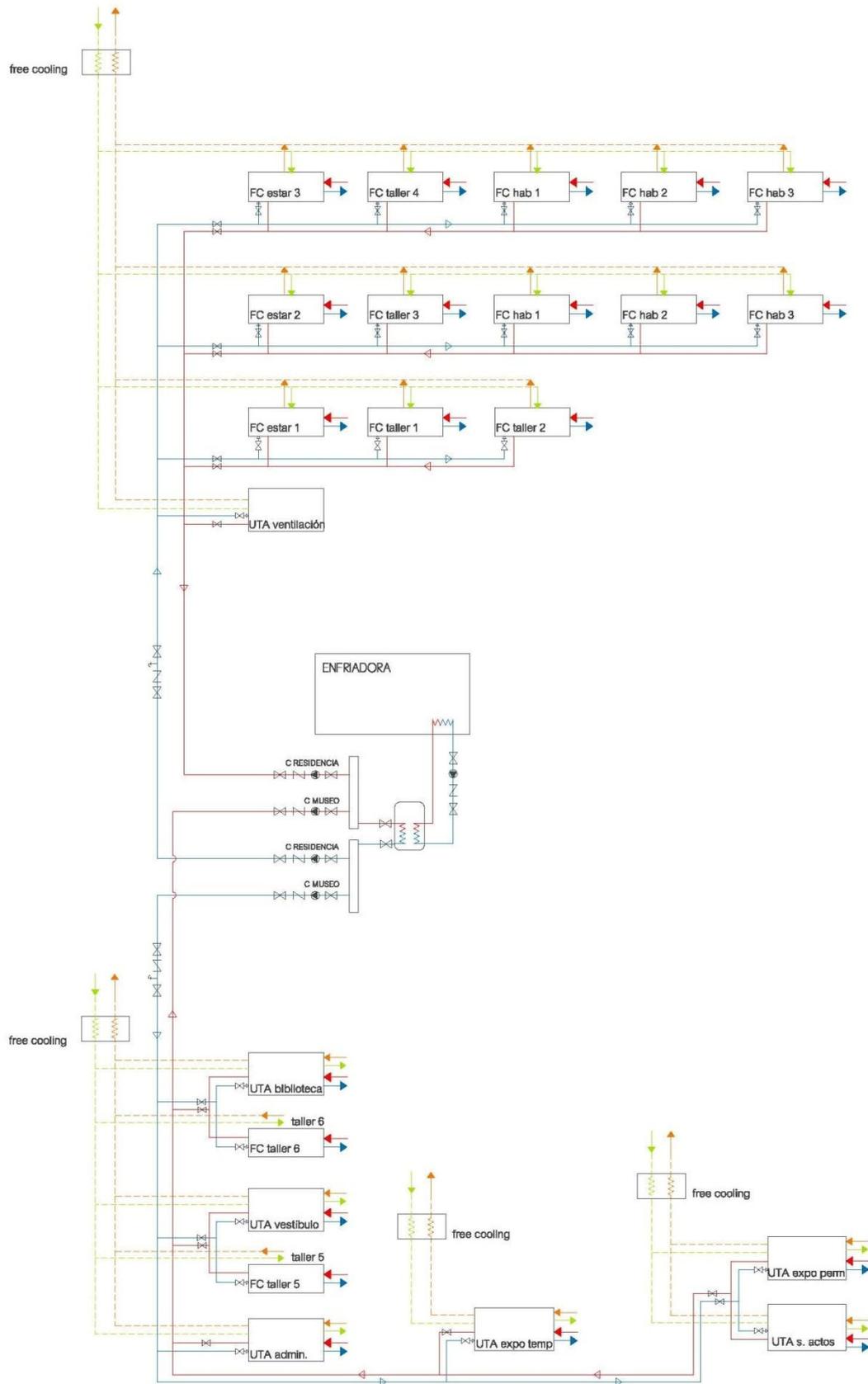
- Sistema de refrigeración agua-aire.
- **Enfriadora común** para Museo y Residencia situada en cuarto específico para tal uso.
- Refrigeración de Museo por medio de **Unidades de Tratamiento de Aire** situadas por usos y distribución y vuelta del aire mediante conductos. **Impulsión y retorno** de aire a través de **difusores** en techos o suelos.
- Refrigeración de Residencia a través de **Fancoils** independientes situados en los falsos techos de los contenedores de servicios de habitaciones, talleres y zonas comunes. **Impulsión directa**.
- Ventilación mecánica. En las zonas de museo asociada a las Unidades de Tratamiento de Aire y en el espacio de Residencia mediante Unidad de Tratamiento de Aire situada en sótano. **Renovación de aire** a través de conductos específicos y **free-cooling** en patios y cubiertas.

#### REFRIGERACIÓN Y VENTILACIÓN

---

- Montante conducto agua ida
- Conducto agua ida (trazos)
- Bajante conducto agua vuelta
- Conducto agua vuelta (trazos)
- UTA Unidad de Tratamiento de Aire
- FC Fancoil individual
- E Enfriadora
- Salida aire renovación
- ← Entrada aire renovación
- Conducto ida climatización
- ← Conducto retorno climatización
- Difusor impulsión
- ← Rejilla de retorno
- Free cooling

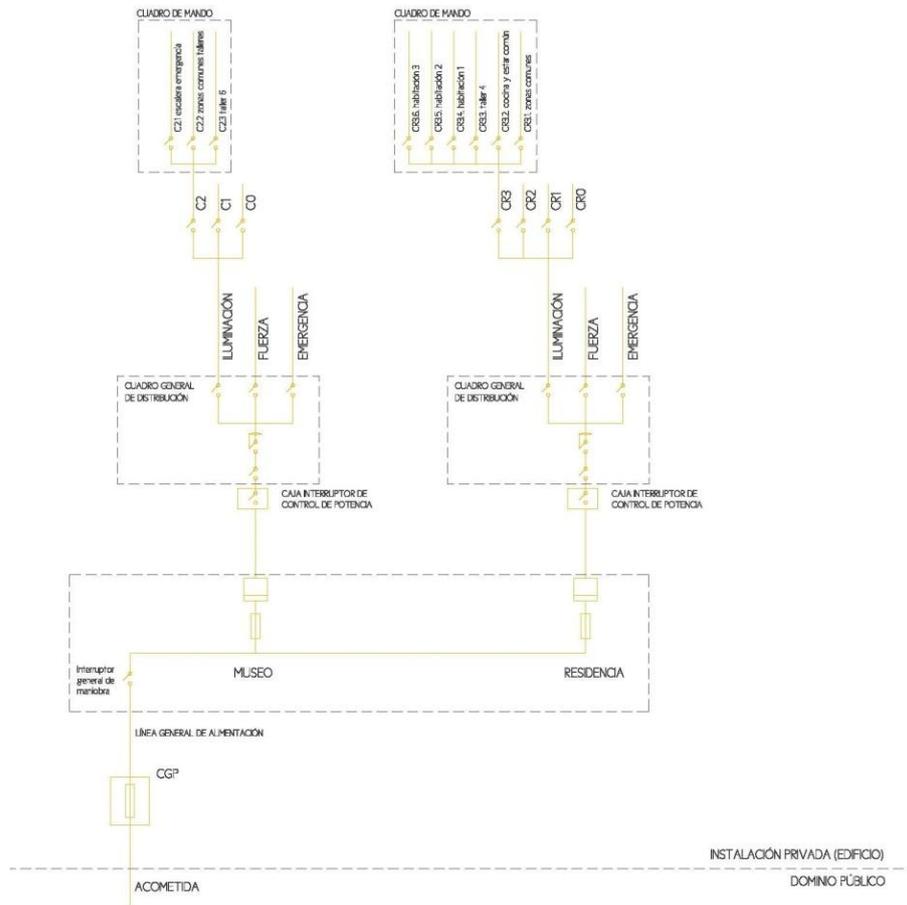
# ESQUEMA DE PRINCIPIO DE REFRIGERACIÓN



### 3.5. ELECTRICIDAD

- Acometida desde la calle Alonso V.
- Caja General de Protección empotrada a muro de la propiedad en calle Alonso V.
- Cuadros generales de distribución y circuitos independientes para Museo y Residencia
- Grupo electrógeno para producción de electricidad en caso de fallo en la instalación.
- Líneas de iluminación, fuerza y alumbrado de emergencia

#### ESQUEMA DE PRINCIPIO DE ELECTRICIDAD



#### ELECTRICIDAD

-  Caja general de protección
-  Contador
-  Fusible de seguridad
-  Interruptor general de maniobra
-  Interruptor diferencial
-  Interruptor

### 3. CUMPLIMIENTO DEL CTE



## 1. Seguridad en caso de incendio



El proyecto para la construcción de un complejo formado por un edificio de pública concurrencia (museo) y un edificio residencial público (residencia de artistas becados) se acoge a la normativa expuesta en el documento DB SI del Código Técnico de la Edificación. A través del cumplimiento de los apartados que en este documento constan se conseguirá reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio accidental del mismo, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para conseguir este propósito, el edificio se proyectará, construirá, mantendrá y utilizará de manera que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes:

- SI 1. Propagación interior
- SI 2. Propagación exterior
- SI 3. Evacuación de ocupantes
- SI 4. Instalaciones de protección contra incendios
- SI 5. Intervención de los bomberos
- SI 6. Resistencia al fuego de la estructura

## SECCIÓN SI 1 | PROPAGACIÓN INTERIOR

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

Los edificios deben compartimentarse en sectores de incendio, de manera que la resistencia al fuego de sus elementos separadores satisfaga las condiciones que más adelante se expondrán. El proyecto presentado se compone a partir de varios volúmenes acoplados entre sí, que serán sectorizados. De este modo, partiendo de la tabla 1.1 de esta sección se establecen los siguientes sectores de incendio.

**Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio**

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Residencial Público	<ul style="list-style-type: none"><li>- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>.</li><li>- Toda habitación para alojamiento, así como todo oficio de planta cuya dimensión y uso previsto no obliguen a su clasificación como local de riesgo especial conforme a SI 1-2, debe tener paredes EI 60 y, en establecimientos cuya superficie construida exceda de 500 m<sup>2</sup>, puertas de acceso EI<sub>2</sub> 30-C5.</li></ul>
Docente	<ul style="list-style-type: none"><li>- Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m<sup>2</sup>. Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.</li></ul>
Hospitalario	<ul style="list-style-type: none"><li>- Las plantas con zonas de hospitalización o con unidades especiales (quirófanos, UVI, etc.) deben estar compartimentadas al menos en dos sectores de incendio, cada uno de ellos con una superficie construida que no exceda de 1.500 m<sup>2</sup> y con espacio suficiente para albergar a los pacientes de uno de los sectores contiguos. Se exceptúa de lo anterior aquellas plantas cuya superficie construida no exceda de 1.500 m<sup>2</sup>, que tengan salidas directas al espacio exterior seguro y cuyos recorridos de evacuación hasta ellas no excedan de 25 m.</li><li>- En otras zonas del edificio, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>.</li></ul>
Pública Concurrencia	<ul style="list-style-type: none"><li>- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>, excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.</li><li>- Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m<sup>2</sup> siempre que:<ul style="list-style-type: none"><li>a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;</li><li>b) tengan resuelta la evacuación mediante salidas de planta que comuniquen con un sector de riesgo mínimo a través de vestíbulos de independencia, o bien mediante salidas de edificio;</li><li>c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y B<sub>FL</sub>-s1 en suelos;</li><li>d) la densidad de la carga de fuego debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m<sup>2</sup> y</li></ul></li></ul>

Además de estos sectores de incendio en los que se divide el edificio hay que tener en cuenta los locales y zonas de riesgo especial integrados en el mismo, clasificándose conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

**Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios**

Uso previsto del edificio o establecimiento - Uso del local o zona	Tamaño del local o zona S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
<b>En cualquier edificio o establecimiento:</b>			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤200 m <sup>3</sup>	200<V≤400 m <sup>3</sup>	V>400 m <sup>3</sup>
- Almacén de residuos	5<S≤15 m <sup>2</sup>	15<S≤30 m <sup>2</sup>	S>30 m <sup>2</sup>
- Aparcamiento de vehículos de una vivienda unifamiliar o cuya superficie S no exceda de 100 m <sup>2</sup>	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P <sup>(1)(2)</sup>	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos <sup>(3)</sup>	20<S≤100 m <sup>2</sup>	100<S≤200 m <sup>2</sup>	S>200 m <sup>2</sup>
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco refrigerante halogenado	P≤400 kW S≤3 m <sup>2</sup>	En todo caso P>400 kW S>3 m <sup>2</sup>	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	En todo caso		
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P:			
total	P≤2 520 kVA	2520<P≤4000 kVA	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	630<P≤1000 kVA	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		
<b>Residencial Vivienda</b>			
- Trasteros <sup>(4)</sup>	50<S≤100 m <sup>2</sup>	100<S≤500 m <sup>2</sup>	S>500 m <sup>2</sup>
<b>Hospitalario</b>			
- Almacenes de productos farmacéuticos y clínicos	100<V≤200 m <sup>3</sup>	200<V≤400 m <sup>3</sup>	V>400 m <sup>3</sup>
- Esterilización y almacenes anejos			En todo caso
- Laboratorios clínicos	V≤350 m <sup>3</sup>	350<V≤500 m <sup>3</sup>	V>500 m <sup>3</sup>
<b>Administrativo</b>			
- Imprenta, reprografía y locales anejos, tales como almacenes de papel o de publicaciones, encuadernado, etc.	100<V≤200 m <sup>3</sup>	200<V≤500 m <sup>3</sup>	V>500 m <sup>3</sup>
<b>Residencial Público</b>			
- Roperos y locales para la custodia de equipajes	S≤20 m <sup>2</sup>	20<S≤100 m <sup>2</sup>	S>100 m <sup>2</sup>
<b>Pública concurrencia</b>			
- Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc.		100<V≤200 m <sup>3</sup>	V>200 m <sup>3</sup>

<b>SECTOR DE INCENDIO 1</b>	Planta baja museo	Superficie: 897 m <sup>2</sup>
Espacios de especial atención:		
- Cuarto climatización	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
<b>SECTOR DE INCENDIO 2</b>	Talleres y almacenes	Superficie: 387.48 m <sup>2</sup>
Espacios de especial atención:		
- Sala climatización administración	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
- Depósito de obras	100<V<200 m <sup>3</sup>	Local de riesgo especial medio
- Instalaciones y almacenes generales		Local de riesgo especial bajo
· Sala de calderas con P útil nominal	70<P<200 kW	Local de riesgo especial bajo
· Sala de climatización y enfriadora	P<400kW	Local de riesgo especial bajo
· Sala de cuadros generales	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
· Sala de grupo electrógeno	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
· Almacenes generales	100<V<200 m <sup>3</sup>	Local de riesgo especial bajo
- Sala climatización vestíbulo	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
- Sala climatización biblioteca	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
<b>SECTOR DE INCENDIO 3</b>	Salón de actos	Superficie: 290 m <sup>2</sup>
Espacios de especial atención:		
- Sala climatización salón de actos	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
<b>SECTOR DE INCENDIO 4</b>	Museo y biblioteca	Superficie: 1138,41 m <sup>2</sup>
Espacios de especial atención:		
- Sala climatización	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
- Sala climatización expo permanente	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
<b>SECTOR DE INCENDIO 5</b>	Residencia de artistas	Superficie: 990 m <sup>2</sup>
Espacios de especial atención:		
- Sala de cuadros eléctricos	En todo caso	Local de riesgo especial bajo
- Habitaciones		Condiciones especiales

**Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios <sup>(1)</sup>**

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante <sup>(2)</sup>	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan la zona del resto del edificio <sup>(2),(4)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30 -C5	2 x EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local <sup>(5)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>

## RESISTENCIA AL FUEGO DE PAREDES, TECHOS Y PUERTAS

### EN ZONAS DE RIESGO ESPECIAL BAJO

Resistencia al fuego de la estructura	R 90
Resistencia al fuego de paredes y techos	EI 90
Resistencia de puertas	EI <sub>2</sub> 45-C5

### EN ZONAS DE RIESGO ESPECIAL MEDIO

Resistencia al fuego de la estructura	R 120
Resistencia al fuego de paredes y techos	EI 120
Resistencia de puertas	2 x EI <sub>2</sub> 30-C5

### EN HABITACIONES

Resistencia al fuego de paredes	EI 60
Resistencia de puertas	EI <sub>2</sub> 30-C5

### EN ZONAS QUE DELIMITAN SECTORES DE INCENDIO

	Uso: pública concurrencia
Resistencia al fuego de paredes y techos	EI 90
Resistencia al fuego de puertas de paso entre sectores de incendio	EI <sub>2</sub> 90-C5

### SI 6- RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Museo – Pública concurrencia	H<15 m	R 90
Residencia de artistas – Residencial público	H<15 m	R 60

Los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1. Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en su reglamentación específica.

**Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos**

Situación del elemento	Revestimientos <sup>(1)</sup>	
	De techos y paredes <sup>(2) (3)</sup>	De suelos <sup>(2)</sup>
Zonas ocupables <sup>(4)</sup>	C-s2,d0	E <sub>FL</sub>
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C <sub>FL</sub> -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial <sup>(5)</sup>	B-s1,d0	B <sub>FL</sub> -s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B <sub>FL</sub> -s2 <sup>(6)</sup>

## RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

### EN ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Resistencia al fuego de revestimientos de paredes y techos	B-s1, d0
Resistencia al fuego de revestimientos de suelos	B <sub>FL</sub> -s1

### EN ZONAS OCUPABLES

Resistencia al fuego de revestimientos de paredes y techos	C-s2, d0
Resistencia al fuego de revestimientos de suelos	E <sub>FL</sub>

## SECCIÓN SI 2 | PROPAGACIÓN EXTERIOR

Se limitará el riesgo de propagación del incendio al exterior del edificio.

### 1. MEDIANERÍAS Y FACHADAS

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas del edificio, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia  $d$  en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo  $\alpha$  formado por los planos exteriores de dichas fachadas.

$\alpha$	0° <sup>(1)</sup>	45°	60°	90°	135°	180°
$d$ (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

<sup>(1)</sup> Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

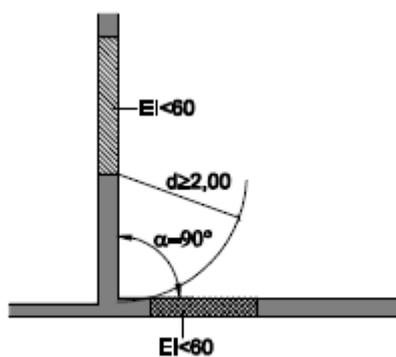


Figura 1.4. Fachadas a 90°

El caso correspondiente al proyecto en el que se produce la intersección perpendicular entre fachadas correspondientes a dos sectores de incendio independientes no necesita que se tenga en cuenta la distancia  $d > 2m$ , ya que los elementos verticales que las componen son de resistencia mayor a EI 60.

### 2. CUBIERTAS

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo.

## SECCIÓN SI 3 | EVACUACIÓN DE OCUPANTES

### 1. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona. Se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

**Tabla 2.1. Densidades de ocupación <sup>(1)</sup>**

<b>Uso previsto</b>	<b>Zona, tipo de actividad</b>	<b>Ocupación (m<sup>2</sup>/persona)</b>
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	Ocupación nula 3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Pública concurcencia	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10
Archivos, almacenes		40

#### SECTOR DE INCENDIO 1

Exposición temporal	228 personas	515,20 m <sup>2</sup>
Aseos generales	8 personas	47,20 m <sup>2</sup>
Administración	4 personas	55,60 m <sup>2</sup>
<hr/>		
TOTAL	240 personas	

#### SECTOR DE INCENDIO 2

Depósito de obras	0 personas	
Instalaciones	0 personas	
Almacenes	12 personas	184,40 m <sup>2</sup>
<hr/>		
TOTAL	12 personas	

#### SECTOR DE INCENDIO 3

Salón de actos	120 personas	120 asientos
Camerino	4 personas	8,40 m <sup>2</sup>
<hr/>		
TOTAL	124 personas	

#### SECTOR DE INCENDIO 4

Vestíbulo museo	70 personas	141,60 m <sup>2</sup>
Cafetería	40 personas	69,40 m <sup>2</sup>
Exposición permanente	225 personas	451,50 m <sup>2</sup>
Biblioteca	90 personas	338,80 m <sup>2</sup>
<hr/>		
TOTAL	425 personas	

#### SECTOR DE INCENDIO 5

Conserjería	2 personas	5,20 m <sup>2</sup>
Vestíbulo	0 personas	simultaneidad, residentes
Estar y cocina común x 3	15 personas	incluido visitas
Talleres x 4	4 personas	4 zonas de trabajo individuales
Habitaciones x 6	6 personas	6 camas
<hr/>		
TOTAL	27 personas	

## 2. NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

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

**Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación <sup>(1)</sup>**

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	<p>No se admite en <i>uso Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m<sup>2</sup>.</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas;</li> <li>- 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente;</li> <li>- 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria.</li> </ul> <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta una <i>salida de planta</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>;</li> <li>- 50 m si se trata de una planta, incluso de <i>uso Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al <i>espacio exterior seguro</i> y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.</li> </ul> <p>La <i>altura de evacuación</i> descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i> <sup>(2)</sup>, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.</p>
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente <sup>(3)</sup>	<p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna <i>salida de planta</i> no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria.</li> <li>- 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.</li> </ul> <p>La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos <i>recorridos alternativos</i> no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p> <p>Si la <i>altura de evacuación</i> descendente de la planta obliga a que exista más de una <i>salida de planta</i> o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una <i>altura de evacuación</i> mayor que 2 m, al menos dos <i>salidas de planta</i> conducen a dos escaleras diferentes.</p>

### RECINTOS CON UNA ÚNICA SALIDA DE PLANTA – RESIDENCIA DE ARTISTAS

La ocupación no excede de 100 personas

Recorrido <25 m

### RECINTOS CON UNA O MÁS SALIDAS DE PLANTA - MUSEO

Caso general

Recorrido <50 m

## SECCIÓN SI 4 | INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1. DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”.

**Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios**

<b>Uso previsto del edificio o establecimiento</b>	<b>Condiciones</b>
<b>Instalación</b>	
<b>En general</b>	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none"> <li>- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo <i>origen de evacuación</i>.</li> <li>- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1<sup>(1)</sup> de este DB.</li> </ul>
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas <sup>(2)</sup>
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 28 m
Hidrantes exteriores	Si la <i>altura de evacuación</i> descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en <i>establecimientos</i> de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m <sup>2</sup> y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Al menos un hidrante hasta 10.000 m <sup>2</sup> de superficie construida y uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(3)</sup>
<b>Residencial Público</b>	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup> o el <i>establecimiento</i> está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas. <sup>(7)</sup>
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio <sup>(6)</sup>	Si la superficie construida excede de 500 m <sup>2</sup> . <sup>(8)</sup>
Instalación automática de extinción	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 28 m o la superficie construida del <i>establecimiento</i> excede de 5 000 m <sup>2</sup> .
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Uno más por cada 10 000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(3)</sup>
<b>Pública concurrencia</b>	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m <sup>2</sup> . <sup>(7)</sup>
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma <sup>(6)</sup>	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m <sup>2</sup> . <sup>(8)</sup>
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m <sup>2</sup> y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . <sup>(3)</sup>

### SECTOR DE INCENDIO 1

---

Extintores portátiles eficacia 21A-113B		A 15 m de recorrido por planta
Bocas de incendio equipadas	Tipo 25 mm	Superficie construida > 500 m <sup>2</sup>
Sistema de detección de incendio		Superficie construida > 1000 m <sup>2</sup>
Sistema de alarma		
(Integrado todo ello en un puesto de incendio equipado)		

### SECTOR DE INCENDIO 2

---

Extintores portátiles eficacia 21A-113B		A 15 m de recorrido por planta
Bocas de incendio equipadas	Tipo 25 mm	Superficie construida > 500 m <sup>2</sup>
Sistema de detección de incendio		Superficie construida > 1000 m <sup>2</sup>
Sistema de alarma		
(Integrado todo ello en un puesto de incendio equipado)		

### SECTOR DE INCENDIO 3

---

Extintores portátiles eficacia 21A-113B		A 15 m de recorrido por planta
Bocas de incendio equipadas	Tipo 25 mm	
Sistema de detección de incendio		
Sistema de alarma		
(Integrado todo ello en un puesto de incendio equipado)		

### SECTOR DE INCENDIO 4

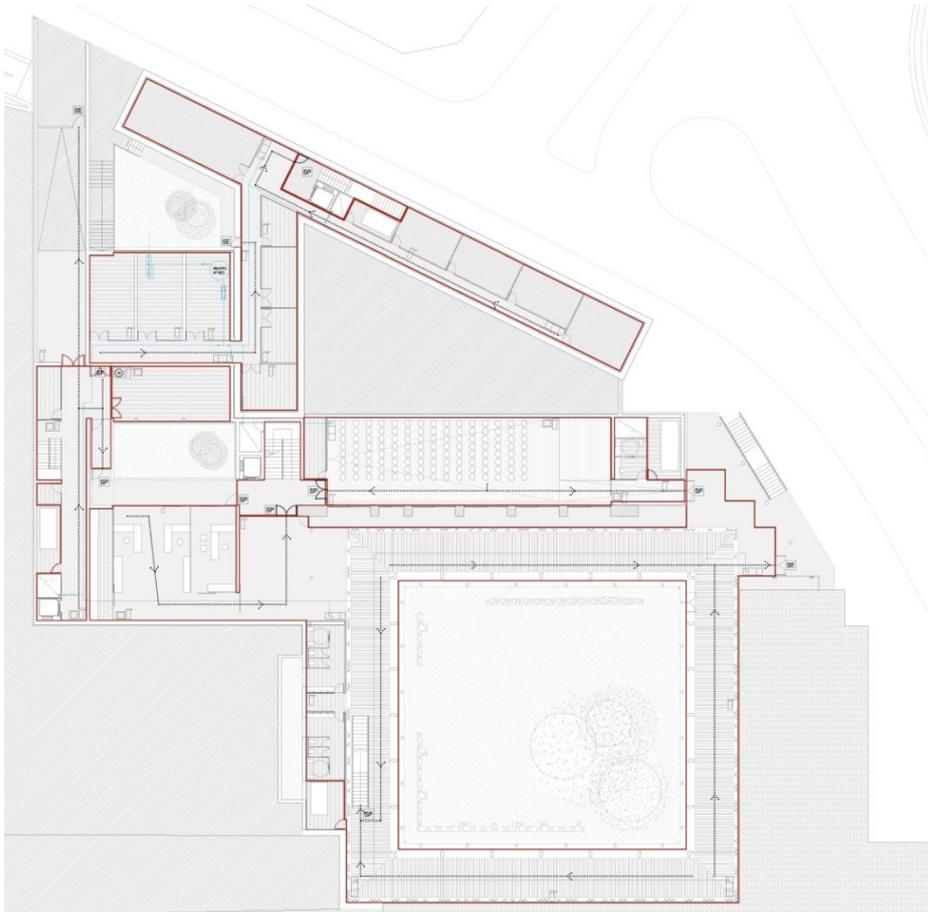
---

Extintores portátiles eficacia 21A-113B		A 15 m de recorrido por planta
Bocas de incendio equipadas	Tipo 25 mm	Superficie construida > 500 m <sup>2</sup>
Sistema de detección de incendio		Superficie construida > 1000 m <sup>2</sup>
Sistema de alarma		
(Integrado todo ello en un puesto de incendio equipado)		

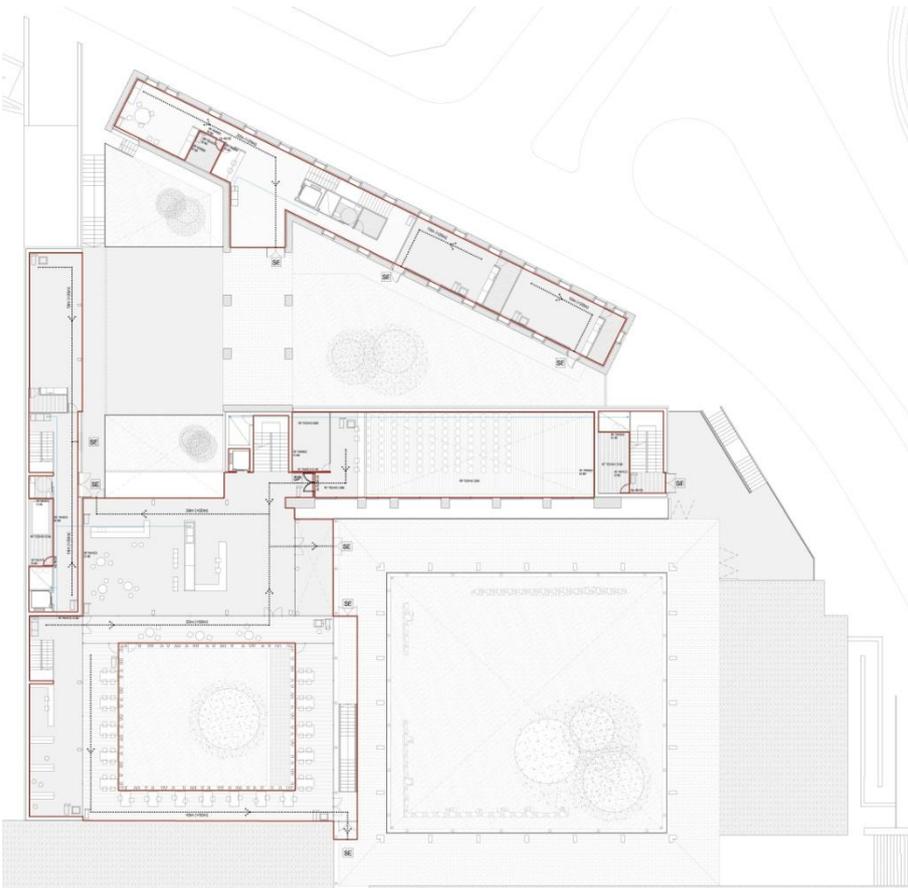
### SECTOR DE INCENDIO 5

---

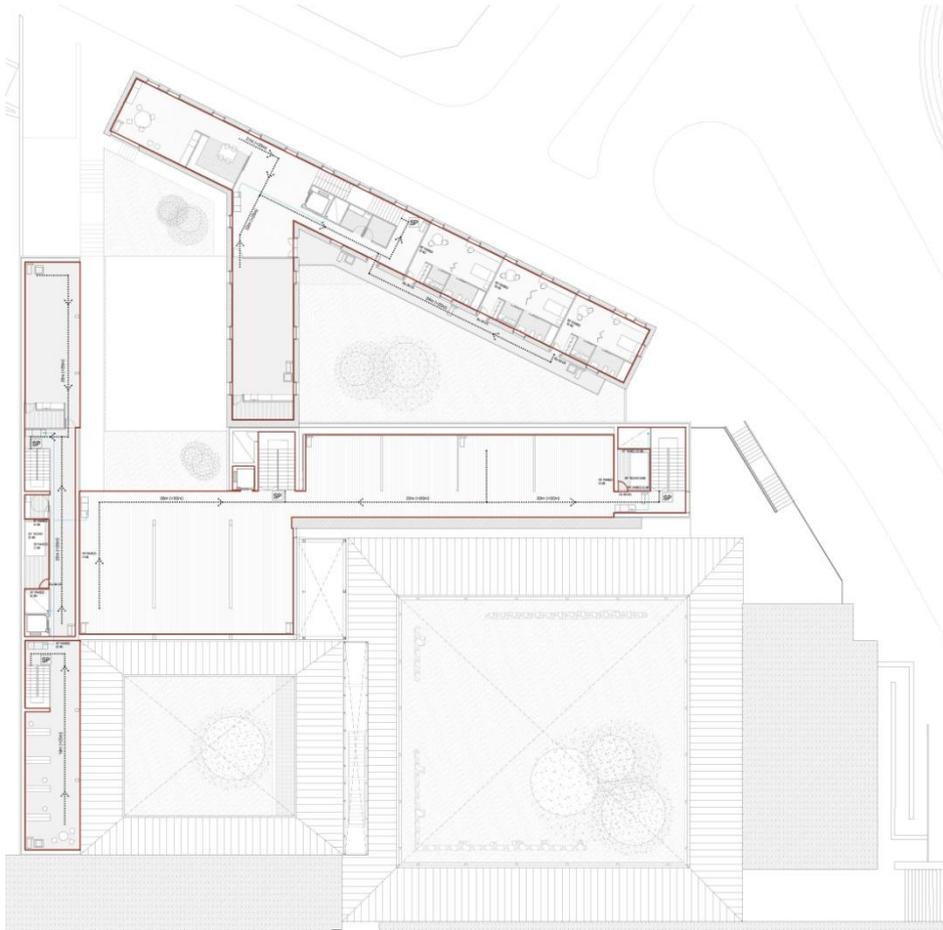
Extintores portátiles eficacia 21A-113B		A 15 m de recorrido por planta
Bocas de incendio equipadas	Tipo 25 mm	
Sistema de detección de incendio		Superficie construida > 500 m <sup>2</sup>
Sistema de alarma		
(Integrado todo ello en un puesto de incendio equipado)		



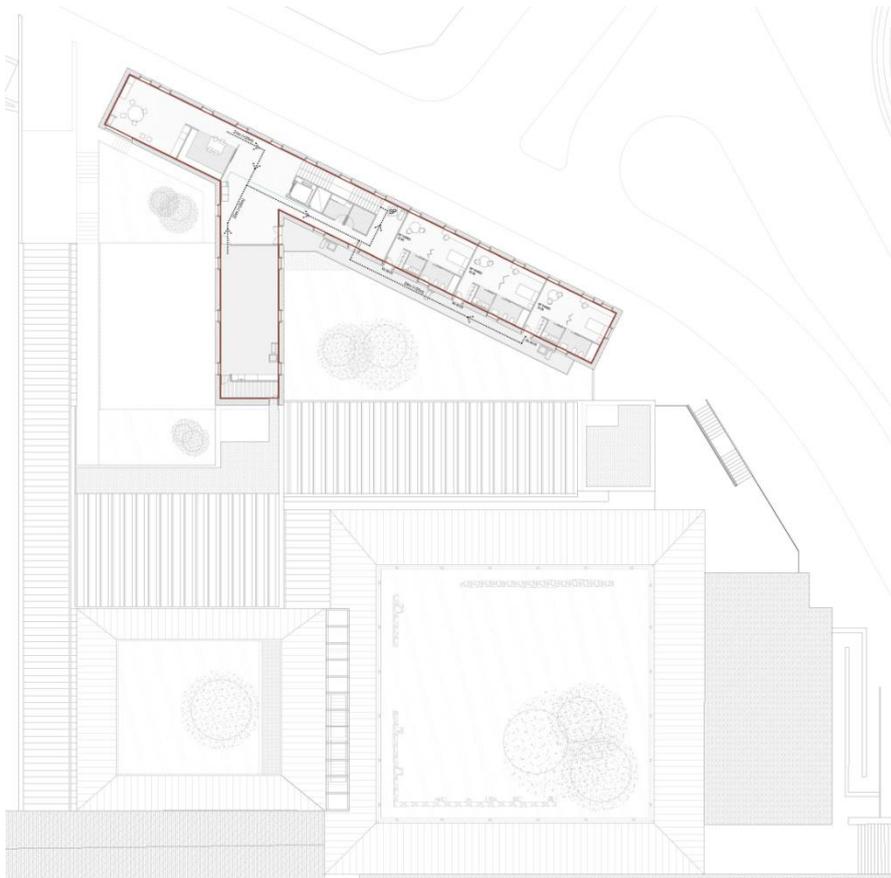
Planta baja



Planta primera



Planta segunda



Planta tercera

## COMPARTIMENTACIÓN Y EVACUACIÓN

---

-  Compartmentación en sectores de incendio
-  Recorrido de evacuación
-  Salida de planta
-  Salida de edificio

## DETECCIÓN Y EXTINCIÓN

---

-  Extintor portátil 21A-113B
-  BIE 25 mm
-  Circuito AF a BIEs
-  Pulsador de alarma
-  Alarma visual y acústica
-  Puesto de incendio equipado: BIE 25 + extintor + pulsador + alarma

## RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS MATERIALES CONSTRUCTIVOS

---

-  Puertas de paso entre sectores de incendio
-  Puertas de comunicación entre zonas de riesgo especial y el resto del edificio
-  Resistencia al fuego de paredes y techos que separan sectores de incendio  
EI 90  
EI 120

Para una descripción más detallada referente a la compartimentación, evacuación, detección y extinción de incendio consultar los [planos de instalación de incendios \(I01-I04\)](#).

## SECCIÓN SI 5 | INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

### 1. CONDICIONES DE APROXIMACIÓN Y ENTORNO

Los edificios con altura de evacuación descendente mayor de 9 m deben disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos, o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentran aquellos.

- Anchura mínima libre: 5m
- Altura libre, la del edificio
- Separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio: 23 m
- Distancia máxima hasta los accesos del edificio necesarios para poder llegar a todas sus zonas: 30 m
- Pendiente máxima: 10%
- Resistencia al punzonamiento del suelo: 100 kN sobre 20 cm

El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

### 2. ACCESIBILIDAD POR FACHADA

Las fachadas a las que se hace referencia anteriormente deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal de servicio de extinción de incendios. Dichos huecos cumplirán las siguientes condiciones:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de manera que el alféizar de la ventana no exceda de 1,20 m respecto del nivel de la planta.
- Sus dimensiones en horizontal y vertical deben ser 0,80 m y 1,20 m respectivamente.
- No se instalarán en fachada elementos tales que impidan o dificulten la accesibilidad al interior de los edificios a través de dichos huecos.

## SECCIÓN SI 6 | RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Se considera que la resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada de temperatura.

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

Uso del sector de incendio considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

<sup>(1)</sup> La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

<sup>(2)</sup> En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

<sup>(3)</sup> R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

<sup>(4)</sup> R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

La resistencia al fuego de los elementos estructurales de acero calculados ha sido determinada a partir del coeficiente de sobredimensionado  $\mu_{fi}$ , siguiendo las tablas del anejo D del DB SI-6.



## 2. Seguridad de utilización y accesibilidad



En el proyecto serán de aplicación las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad que se establecen en los siguientes artículos:

- SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas
- SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
- SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
- SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
- SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación
- SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
- SUA 7. Seguridad frente al riesgo de vehículos en movimiento
- SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
- SUA 9. Accesibilidad

## SECCIÓN SUA 1 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

### 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 a la tabla 1.2 de este apartado.

**Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización**

Localización y características del suelo	Clase
<b>Zonas interiores secas</b>	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
<b>Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior <sup>(1)</sup>, terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.</b>	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas <sup>(2)</sup> . Duchas.	3

<sup>(1)</sup> Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de *uso restringido*.

<sup>(2)</sup> 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.

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$ , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

**Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad**

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

La clase de resbaladidad correspondiente a cada uno de los pavimentos del proyecto se indica en los planos de acabados A32-A35.

### 2. DISCONTINUIDADES EN EL PAVIMENTO

Excepto en zonas de *uso restringido* o exteriores y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de trapiés o de tropezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

a) 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°.

b) Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda del 25%.

c) 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.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 80 cm como mínimo. En zonas de circulación no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en los casos siguientes.

a) en zonas de *uso restringido*;

b) en las zonas comunes de los edificios de *uso Residencial Vivienda*;

c) en los accesos y en las salidas de los edificios;

d) en el acceso a un estrado o escenario.

### 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.

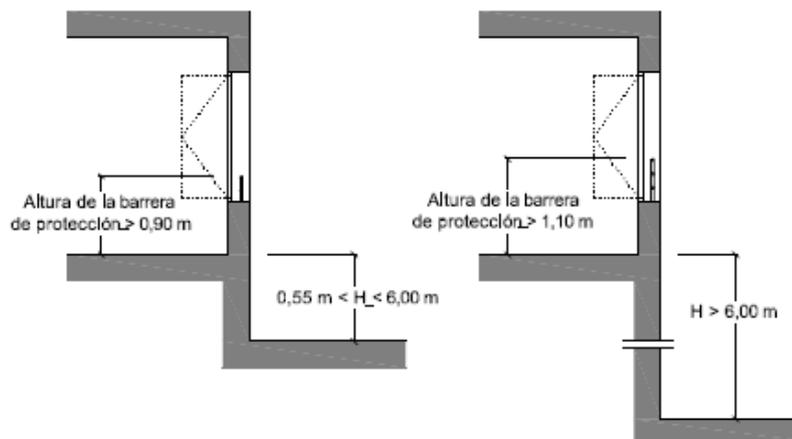
En las zonas de *uso público* se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.

#### **3.2 Características de las barreras de protección**

- Altura.

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una **altura de 0,90 m** cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de **1,10 m en el resto de los casos**, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0,90 m, como mínimo.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera.



- 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.

**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

- Características constructivas.

En cualquier zona de las zonas de *uso público* de los establecimientos de *uso Pública Concurrencia*, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

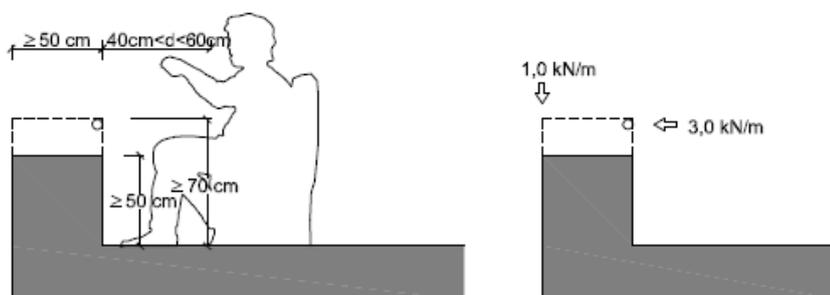
a) No puedan ser fácilmente **escaladas por los niños**, para lo cual:

- 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.

b) **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.

- Barreras situadas delante de una fila de asientos fijos.

La altura de las barreras de protección situadas delante de una fila de asientos fijos podrá reducirse hasta 70 cm si la barrera de protección incorpora un elemento horizontal de 50 cm de anchura, como mínimo, situado a una altura de 50 cm, como mínimo. En ese caso, la barrera de protección será capaz de resistir una fuerza horizontal en el borde superior de 3 kN/m y simultáneamente con ella, una fuerza vertical uniforme de 1,0 kN/m, como mínimo, aplicada en el borde exterior.



**Figura 3.3 Barrera de protección frente a asientos fijos.**

## 4. ESCALERAS Y RAMPAS

### 4.1 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.

Dispondrán de barandilla en sus lados abiertos.

### 4.2 Escaleras de uso general

- Peldaños.

En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 18,5 cm como máximo, excepto en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17,5 cm, como máximo.

La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:  $54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm}$

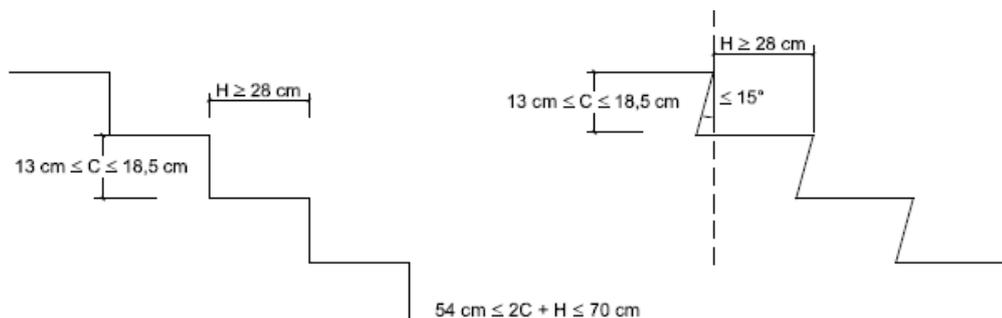


Figura 4.2 Configuración de los peldaños.

- Tramos.

La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, y 3,20 m en los demás casos.

Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos, excepto en zonas de hospitalización y tratamientos intensivos, en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, donde los tramos únicamente pueden ser rectos.

Entre dos plantas consecutivas de una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella. Entre dos tramos consecutivos de plantas diferentes, la contrahuella no variará más de 1 cm.

La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso

Uso del edificio o zona	Anchura útil mínima (m) en escaleras previstas para un número de personas:			
	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100
Residencial Vivienda, incluso escalera de comunicación con aparcamiento	1,00 <sup>(1)</sup>			
Docente con escolarización infantil o de enseñanza primaria Pública concurrencia y Comercial	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	1,10
Sanitario Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros de 90° o mayores Otras zonas	1,40			
	1,20			
Casos restantes	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	

La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 12 cm de la pared o barrera de protección.

- Mesetas.

Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tendrán al menos la **anchura de la escalera** y una longitud medida en su eje de 1 m, como mínimo.

Cuando exista un **cambio de dirección entre dos tramos**, la **anchura de la escalera no se reducirá** a lo largo de la meseta. La zona delimitada por dicha anchura estará libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de *zonas de ocupación nula* definidas en el anejo SI A del DB SI.

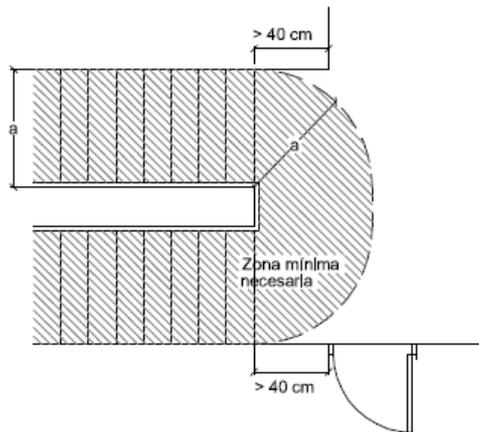


Figura 4.4 Cambio de dirección entre dos tramos.

- Pasamanos.

Las escaleras que salven una **altura mayor que 55 cm** dispondrán de pasamanos al menos **en un lado**. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, así como cuando no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, dispondrán de pasamanos en ambos lados.

Se dispondrán pasamanos intermedios cuando la anchura del tramo sea mayor que 4 m. La separación entre pasamanos intermedios será de 4 m como máximo.

En escaleras de zonas de *uso público* o que no dispongan de ascensor como alternativa, el pasamanos **se prolongará 30 cm** en los extremos, al menos en un lado.

El pasamanos estará a una **altura comprendida entre 90 y 110 cm**.

El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

### 4.3. Rampas

Los itinerarios cuya pendiente exceda del **4%** **se consideran rampa** a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de *uso restringido* y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la

circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA 7.

- Pendiente

Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto:

a) las que pertenezcan a *itinerarios accesibles*, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. La longitud de los tramos de las rampas debe medirse en proyección horizontal.

b) las de **circulación de vehículos** en aparcamientos que también estén **previstas para la circulación de personas**, y no pertenezcan a un *itinerario accesible*, cuya pendiente será, como máximo, del 16%.

La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a *itinerarios accesibles* será del 2%, como máximo.

- Tramos

Los tramos tendrán una longitud de 15 m como máximo, excepto si la rampa pertenece a *itinerarios accesibles*, en cuyo caso la longitud del tramo será de 9 m, como máximo, así como en las de aparcamientos previstas para circulación de vehículos y de personas, en las cuales no se limita la longitud de los tramos. La anchura útil se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en la Sección SI 3 del DB-SI.

- Mesetas

Las mesetas dispuestas entre los tramos de una rampa con la misma dirección tendrán **al menos la anchura de la rampa** y una longitud, medida en su eje, de 1,50 m como mínimo.

- Pasamanos

Las rampas que salven una diferencia de altura de más de 550 mm y cuya pendiente sea mayor o igual que el 6%, dispondrán de un pasamanos continuo al menos en un lado.

El pasamanos estará a una **altura comprendida entre 90 y 110 cm**. Las rampas que pertenecen a un *itinerario accesible*, dispondrán de otro pasamanos a una altura comprendida entre 65 y 75 cm.

El pasamanos será firme y fácil de asir, estará separado del paramento al menos 4 cm y su sistema de sujeción no interferirá el paso continuo de la mano.

## SECCIÓN SUA 2 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O DE ATRAPAMIENTO

### 1. IMPACTO

#### 1.1. 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.

#### 1.2 Impacto con elementos practicables

Excepto en zonas de *uso restringido*, las **puertas** de recintos que no sean de *ocupación nula* situadas en el lateral de los **pasillos** cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo. En pasillos cuya anchura exceda de 2,50 m, el barrido de las hojas de las puertas no debe invadir la anchura determinada, en función de las condiciones de evacuación, conforme a la Sección SI 3 del DB SI.

Las **puertas de vaivén** situadas entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o translucidas que permitan percibir la aproximación de las personas y que cubran la altura comprendida entre 0,7 m y 1,5 m, como mínimo.

#### 1.3 Impacto con elementos frágiles

Los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto que se indican en el punto siguiente de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección conforme al SUA 1, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada lo que se establece en la tabla 1.1. Se excluyen de dicha condición los vidrios cuya mayor dimensión no exceda de 30 cm.

Tabla 1.1 Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota

Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto:

- en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;
- en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

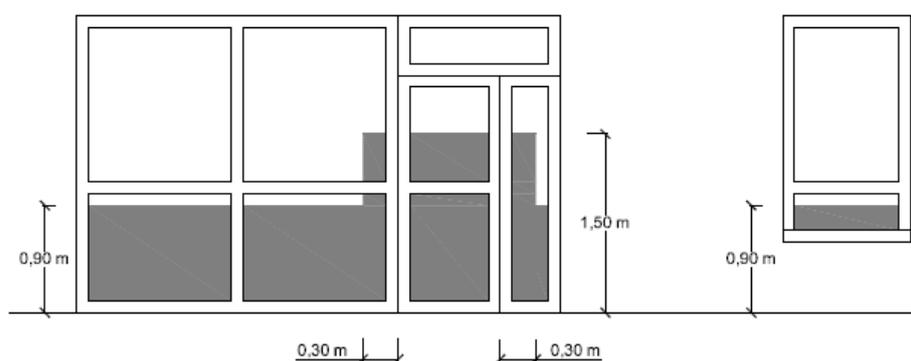


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por **elementos laminados o templados** que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

#### 1.4 Impacto con elementos insuficientemente perceptibles

Las **grandes superficies acristaladas** que se puedan confundir con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de viviendas) estarán provistas, en toda su longitud, de **señalización visualmente contrastada** situada a una altura inferior comprendida entre 0,85 y 1,10 m y a una altura superior comprendida entre 1,50 y 1,70 m. Dicha señalización no es necesaria cuando existan montantes separados una distancia de 0,60 m, como máximo, o si la superficie acristalada cuenta al menos con un travesaño situado a la altura inferior antes mencionada.

Las **puertas de vidrio** que no dispongan de elementos que permitan identificarlas, tales como cercos o tiradores, dispondrán de señalización conforme al apartado anterior.

## 2. ATRAPAMIENTO

Con el fin de limitar el *riesgo* de atrapamiento producido por una **puerta corredera de accionamiento manual**, incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, la distancia *a* hasta el objeto fijo más próximo será 20 cm, como mínimo.



**Figura 2.1** Holgura para evitar atrapamientos

Los **elementos de apertura y cierre automáticos** dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

## SECCIÓN SUA 3 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

### 1. 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, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior.

En zonas de *uso público*, los **aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles** dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

La **fuerza de apertura de las puertas de salida** será de 140 N, como máximo, excepto en las situadas en *itinerarios accesibles*, en las que será como máximo 25 N, en general, y 65 N cuando sean resistentes al fuego.

Para determinar la fuerza de maniobra de apertura y cierre de las puertas de maniobra manual batientes/ pivotantes y deslizantes equipadas con pestillos de media vuelta y destinadas a ser utilizadas por peatones se empleará el método de ensayo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

## SECCIÓN SUA 4 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

### 1. ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, una *iluminancia* mínima de **20 lux en zonas exteriores y de 100 lux en zonas interiores**, excepto aparcamientos interiores en donde será de 50 lux, medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de *uso Pública Concurrencia* en las que la actividad se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, como es el caso de los teatros y **salones de actos**, se dispondrá una **iluminación de balizamiento en las rampas** y en cada uno de los peldaños de las escaleras.

### 2. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

#### 2.1. Dotación

Los edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes. Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- a) Todo recinto cuya **ocupación sea mayor que 100 personas**;
- b) **Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio.**
- c) Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio;
- d) Los **locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial**, indicados en DB-SI 1.
- e) Los **aseos generales** de planta en edificios de *uso público*;
- f) Los lugares en los que se ubican **cuadros de distribución** o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;
- g) Las señales de seguridad;

h) Los *itinerarios accesibles*.

## 2.2 Posición y características de las luminarias

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a **2 m por encima del nivel** del suelo;
- b) Se dispondrá **una en cada puerta de salida** y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - en las **puertas** existentes en los recorridos de evacuación;
  - en las **escaleras**, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
  - en cualquier otro **cambio de nivel**;
  - en los **cambios de dirección** y en las intersecciones de **pasillos**;

## 2.3 Características de la instalación

La instalación será fija, estará provista de **fuelle propia de energía**, en este caso se dispone de un **grupo electrógeno**, y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como **fallo de alimentación** el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las **condiciones de servicio** que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 lux, como mínimo.

c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.

d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

## SECCIÓN SUA 5 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES DE ALTA OCUPACIÓN

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las condiciones establecidas en esta Sección son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de **3000 espectadores de pie**.

Al no existir ningún espacio en el proyecto de tan elevada ocupación, la sección SUA 5 **no es de aplicación** en el presente proyecto.

## SECCIÓN SUA 6 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

### 1. PISCINAS

### 2. POZOS O DEPÓSITOS

La sección SUA 6 **no es de aplicación** en el presente proyecto.

## SECCIÓN SUA 7 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Esta sección es aplicable a las zonas de *uso Aparcamiento* así como a las vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

### 2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Las zonas de *uso Aparcamiento* dispondrán de un **espacio de acceso y espera** en su incorporación al exterior, con una profundidad adecuada a la longitud del tipo de vehículo y **de 4,5 m como mínimo** y una pendiente del 5% como máximo.

Todo recorrido para peatones previsto por una rampa para vehículos, excepto cuando únicamente esté previsto para caso de emergencia, tendrá una anchura de 80 cm, como mínimo, y estará protegido mediante una barrera de protección de 80 cm de altura, como mínimo, o mediante pavimento a un nivel más elevado, en cuyo caso el desnivel cumplirá lo especificado en la Sección SUA 1.

En el presente proyecto el espacio de acceso de vehículos está previsto **únicamente como salida peatonal de emergencia** dentro del recorrido de evacuación de los almacenes y recintos de instalaciones.

### 3. PROTECCIÓN DE RECORRIDOS PEATONALES

En plantas de Aparcamiento con capacidad mayor que 200 vehículos o con superficie mayor que 5000 m<sup>2</sup>. No es de aplicación.

### 4. SEÑALIZACIÓN

Los aparcamientos a los que pueda acceder transporte pesado tendrán señalizados los **gálibos** y las **alturas limitadas**.

Las **zonas destinadas a almacenamiento y a carga o descarga** deben estar señalizadas y delimitadas mediante marcas viales o pinturas en el pavimento.

En los accesos de vehículos a viales exteriores desde establecimientos de *uso Aparcamiento* se dispondrán **dispositivos que alerten al conductor** de la presencia de peatones en las proximidades de dichos accesos.

# SECCIÓN SUA 8 | SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DE UN RAYO

## 1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la **frecuencia esperada de impactos**  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de *eficiencia*  $E$  superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.

La **frecuencia esperada de impactos**,  $N_e$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

siendo:

$N_g$ : densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km<sup>2</sup>), obtenida en la figura 1.1.

$A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

$C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

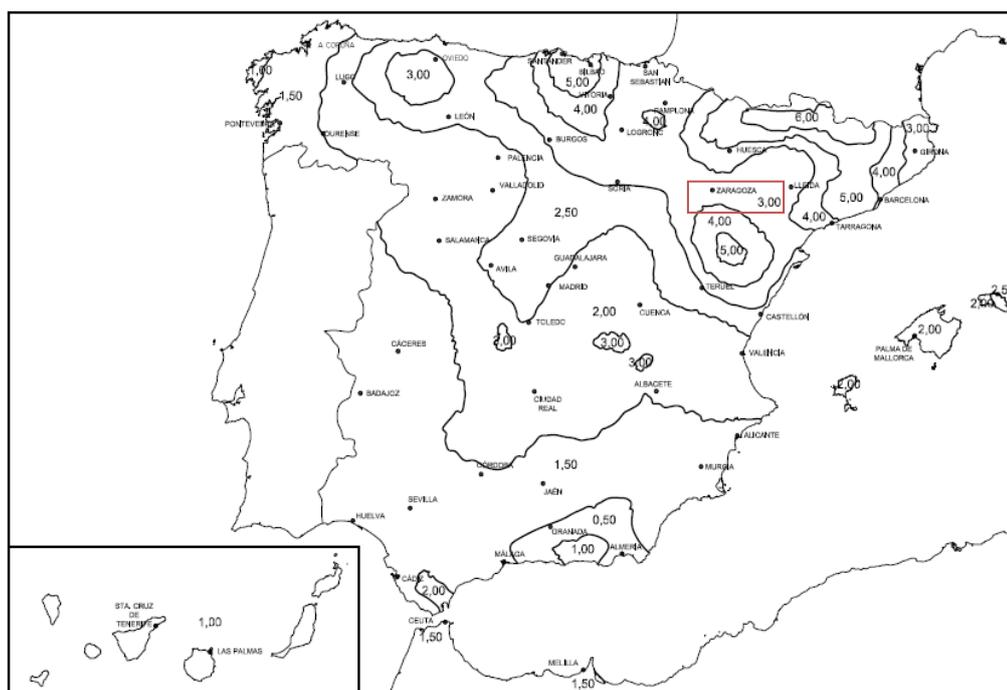


Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno  $N_g$

**Tabla 1.1 Coeficiente C<sub>1</sub>**

Situación del edificio	C <sub>1</sub>
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

El riesgo admisible, Na, puede determinarse mediante la expresión:

$$Na = (5,5 / C_2 C_3 C_4 C_5) \cdot 10^{-3}$$

siendo:

C<sub>2</sub>: coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2.

C<sub>3</sub>: coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3.

C<sub>4</sub>: coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4.

C<sub>5</sub>: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

**Tabla 1.2 Coeficiente C<sub>2</sub>**

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

**Tabla 1.3 Coeficiente C<sub>3</sub>**

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

**Tabla 1.4 Coeficiente C<sub>4</sub>**

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

**Tabla 1.5 Coeficiente C<sub>5</sub>**

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS Ne= 0,00183

RIESGO ADMISIBLE Na= 0,0012

$$E = 1 - (Na/Ne) = 0,937$$

Se necesita instalación de sistema de protección contra el rayo (0,80 < E < 0,90) nivel de protección 3

## SECCIÓN SUA 9 | ACCESIBILIDAD

### 1. CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

#### 1.1. Condiciones funcionales

- Accesibilidad en el exterior del edificio

La parcela dispondrá al menos de un *itinerario accesible* que comunique una entrada principal al edificio con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio.

- Accesibilidad entre plantas del edificio

Los edificios de uso distinto a vivienda en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de *ocupación nula*, o cuando en total existan más de 200 m<sup>2</sup> de *superficie útil* excluida la superficie de *zonas de ocupación nula* en plantas sin entrada accesible al edificio, dispondrán de **ascensor accesible** o **rampa accesible** que comunique las plantas que no sean de *ocupación nula* con las de entrada accesible al edificio.

Las plantas que tengan zonas de *uso público* con más de 100 m<sup>2</sup> de *superficie útil* dispondrán de **ascensor accesible** o rampa accesible que las comunique con las de entrada accesible al edificio.

- Accesibilidad en las plantas del edificio

Los edificios de uso distinto a vivienda dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, *ascensor accesible*, rampa accesible) con las zonas de *uso público*, con todo *origen de evacuación* de las zonas de *uso privado* exceptuando las *zonas de ocupación nula*, y con los elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles*, *servicios higiénicos accesibles*, plazas reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, *alojamientos accesibles*, *puntos de atención accesibles*, etc.

## 1.2. Dotación de elementos accesibles

### 1.2.6 Servicios higiénicos accesibles

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- a) **Un aseo accesible por cada 10 unidades** o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
- b) En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.

### 1.2.7 Mobiliario fijo

El mobiliario fijo en zonas de atención al público incluirá al menos un punto de atención accesible. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un **punto de llamada accesible** para recibir asistencia.

### 1.2.8 Mecanismos

Excepto en el interior de las viviendas y en las zonas de ocupación nula, **los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.**

## 2. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN PARA LA ACCESIBILIDAD

### 2.1. Dotación

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2 siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.

Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización <sup>(1)</sup>

Elementos accesibles	En zonas de uso privado	En zonas de uso público
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
<i>Itinerarios accesibles</i>	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
<i>Ascensores accesibles,</i>		En todo caso
Plazas reservadas		En todo caso
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva		En todo caso
<i>Plazas de aparcamiento accesibles</i>	En todo caso, excepto en uso <i>Residencial Vivienda</i> las vinculadas a un residente	En todo caso
<i>Servicios higiénicos accesibles</i> (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)	---	En todo caso
<i>Servicios higiénicos de uso general</i>	---	En todo caso
<i>Itinerario accesible que comunique la vía pública con los puntos de llamada accesibles o, en su ausencia, con los puntos de atención accesibles</i>	---	En todo caso

## 2.2. Características

Las **entradas al edificio accesibles**, los *itinerarios accesibles*, las *plazas de aparcamiento accesibles* y los *servicios higiénicos accesibles* (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.

Los **ascensores accesibles** se señalarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.

Los **servicios higiénicos de uso general** se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

Las **bandas señalizadoras visuales y táctiles** serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3±1 mm en interiores y 5±1 mm en exteriores.

Las características y dimensiones del **Símbolo Internacional de Accesibilidad** para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.



### 3. Salubridad



El objetivo del requisito básico «Higiene, salud y protección del medio ambiente», tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

- HS 1. Protección frente a la humedad
- HS 2. Recogida y evacuación de residuos
- HS 3. Calidad del aire interior
- HS 4. Suministro de agua
- HS 5. Evacuación de aguas

## SECCIÓN HS 1 | PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.

La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

### 1. DISEÑO

Los elementos constructivos (muros, suelos, fachadas, cubiertas,...) deberán cumplir las condiciones de diseño del apartado 2 (HS1) relativas a los elementos constructivos. La definición de cada elemento constructivo será la siguiente:

#### 1.1. MUROS

- Muro flexorresistente:

Grado de impermeabilidad

El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del *coeficiente de permeabilidad* del terreno.

La presencia de agua se considera

- baja** cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del *nivel freático*;
- media** cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el *nivel freático* o a menos de dos metros por debajo;
- alta** cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del *nivel freático*.

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

#### - Condiciones de las soluciones constructivas

*\_Impermeabilización:* La **impermeabilización** debe realizarse mediante la aplicación de una pintura *impermeabilizante* o según lo establecido en I1. En muros pantalla construidos con excavación, la *impermeabilización* se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.

*\_Drenaje y evacuación:* Debe disponerse una **capa drenante** y una **capa filtrante** entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de *impermeabilización*, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una *lámina drenante*, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

Debe disponerse una **red de evacuación del agua de lluvia** en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

#### - Condiciones de los puntos singulares

Se respetan 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 (apartado 2.2.3 HS1).

#### - Encuentros del muro con las fachadas

Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, en los arranques de las fachadas sobre el mismo, el *impermeabilizante* se prolongará más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior y el remate superior del *impermeabilizante* se realizará según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 o disponiendo un zócalo según lo descrito en el apartado 2.3.3.2.

Se respetan las condiciones de disposición de **bandas de refuerzo** y de terminación así como las de continuidad o discontinuidad, correspondientes al sistema de *impermeabilización* que se emplee.

#### - Encuentros del muro con cubiertas enterradas

Muro impermeabilizado por el exterior, el impermeabilizante del muro se soldará o unirá al de la cubierta.

#### - Paso de conductos

Los pasatubos deben disponerse de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto.

#### - Esquinas y rincones

Se colocará en los encuentros entre dos planos impermeabilizados una **banda o capa de refuerzo** del mismo material que el *impermeabilizante* utilizado de una anchura de 15 cm como mínimo y centrada en la arista.

#### - Juntas

En el caso de muros hormigonados in situ, tanto si están impermeabilizados con lámina o con productos líquidos, para la *impermeabilización* de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una **banda elástica embebida en los dos testeros** de ambos lados de la junta.

## 1.2. SUELOS

#### - Forjado sanitario

##### *Grado de impermeabilidad*

Se cumple el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que estarán en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Tabla 2.3: Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-3}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-3}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

La presencia de agua se considera: **Baja**

El grado de impermeabilidad es 2

#### - Condiciones de las soluciones constructivas

\_Constitución del suelo: No se establecen condiciones en la constitución del suelo.

\_Impermeabilización: No se establecen condiciones en la impermeabilización del suelo.

\_Drenaje y evacuación: No se establecen condiciones en el drenaje y evacuación del suelo.

\_Tratamiento perimétrico: No se establecen condiciones en el tratamiento perimétrico del suelo.

\_Sellado de juntas: No se establecen condiciones en el sellado de juntas del suelo.

\_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 trespelillo. La relación entre el *área efectiva* total de las aberturas,  $S_s$ , en  $\text{cm}^2$ , y la superficie del *suelo elevado*,  $A_s$ , en  $\text{m}^2$  debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_h} > 10$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

#### - Condiciones de los puntos singulares

Se respetan 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 (apartado 2.2.3 HS1).

#### - Encuentros del suelo con los muros

El encuentro entre suelo y muro se realiza mediante suelo y el muro hormigonados in situ. Excepto en el caso de muros pantalla, se sella la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta (apartado 2.2.3.1.2 HS1).

### 1.3. FACHADAS

Tipo

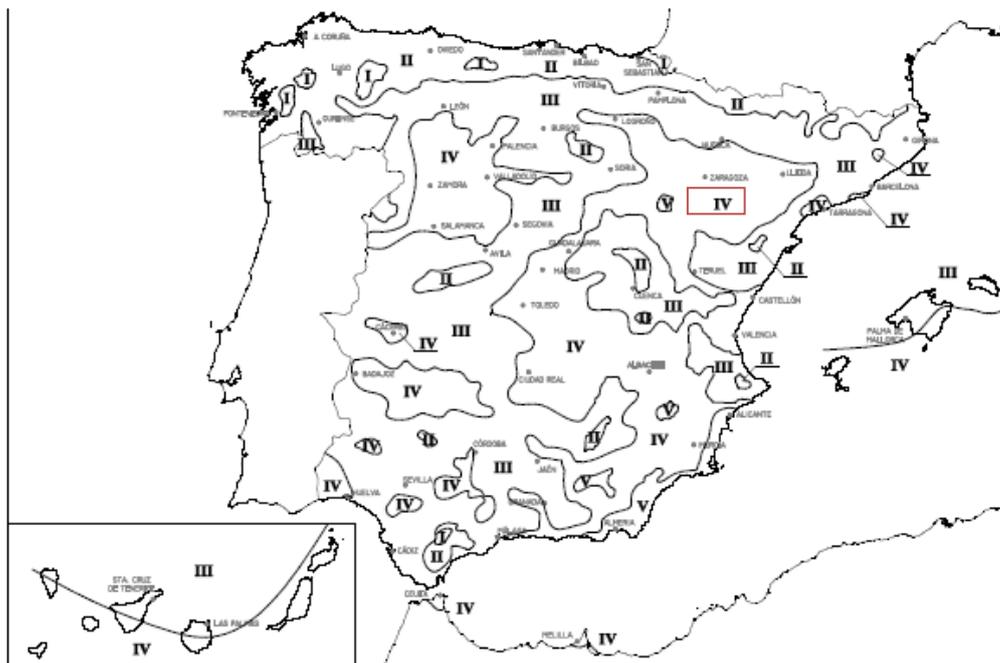
Fachada de hormigón in situ con revestimiento de ladrillo

#### - Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio.

Tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas

		Zona pluviométrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1



#### - Condiciones de las soluciones constructivas

R1. El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- 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.**

#### B1. Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua

- Se dispondrá una barrera de resistencia media a la filtración, aislante no hidrófilo colocado en la cámara interior de la hoja principal.

#### C1. Composición de la hoja principal.

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

#### - Condiciones de los puntos singulares

Se respetarán 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. (Condiciones de los puntos singulares (apartado 2.3.3 HS1)

#### - Juntas de dilatación

Se dispondrán 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 siguiente tabla:

**Tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas**

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)		
de piedra natural	30		
de piezas de hormigón celular en autoclave	22		
de piezas de hormigón ordinario	20		
de piedra artificial	20		
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20		
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15		
de ladrillo cerámico <sup>(1)</sup>	Retracción final (mm/m)	Expansión final por humedad (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

<sup>(1)</sup> Puede interpolarse linealmente

En las juntas de dilatación de la hoja principal se coloca un sellante sobre un relleno introducido en la junta empleando 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.

El revestimiento exterior estará provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

#### - Arranque de la fachada desde la cimentación

Se dispondrá una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o se adopta otra solución que produzca el mismo efecto.

#### - Encuentros de la fachada con los forjados

Se adoptará alguna de las dos soluciones de la imagen:

- disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;

- b) refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

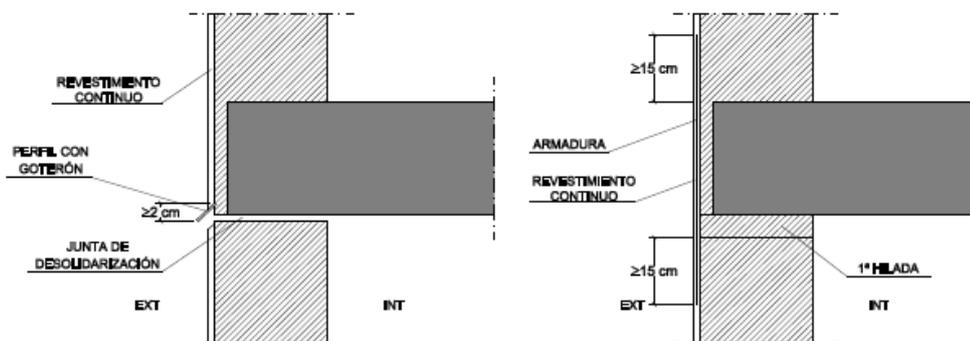


Figura 2.8 Ejemplos de encuentros de la fachada con los forjados

- Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

En el proyecto no existen encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles.

- Encuentro de la fachada con la carpintería

En las carpinterías retranqueadas respecto del paramento exterior de la fachada y grado de impermeabilidad exigido igual a 5 se dispondrá precerco y se coloca una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10 cm hacia el interior del muro (Véase la figura 2.11).

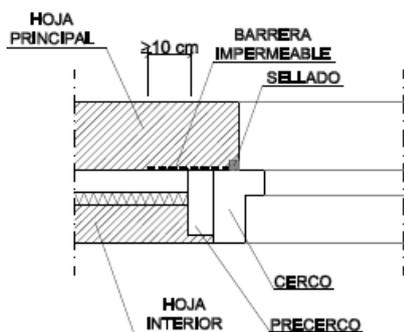


Figura 2.11 Ejemplo de encuentro de la fachada con la carpintería

Se remata 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 se dispondrá un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o se adoptarán soluciones que produzcan los mismos efectos.

Se sella 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.

El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, será impermeable o se dispondrá 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 dispondrá 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 figura 2.2).

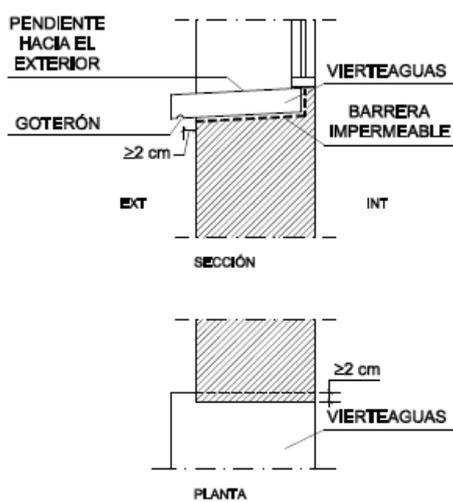


Figura 2.2 Ejemplo de vierteaguas

#### - Antepechos y remates superiores de las fachadas

Los antepechos se rematarán 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 se adopta otra solución que produzca el mismo efecto.

Las albardillas tendrán una inclinación de 10° como mínimo, dispondrá 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 serán impermeables o se dispondrán sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Se dispondrán juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas y las juntas entre las albardillas se realizarán de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

#### - Anclajes a la fachada

En el proyecto no existen anclajes a la fachada.

#### - Aleros o cornisas

Los aleros y las cornisas de constitución continua tendrán 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 deberán:

- 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, 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, o en el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

### 1.4. CUBIERTAS

#### - Grado de impermeabilidad

Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

#### - Condiciones de las soluciones constructivas

La cubierta dispondrá de los elementos siguientes:

- Un sistema de **formación de pendientes** cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.
- Ya que debe evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles, la cubierta dispondrá de una **capa separadora** bajo la capa de impermeabilización.
- Un **aislante térmico**, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".
- Una **capa de impermeabilización** cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada.
- Una **capa de protección**, cuando la cubierta sea plana, salvo que la capa de *impermeabilización* sea autoprotegida.

- Una **capa separadora** entre la *capa de protección* y el *aislante térmico*, cuando se utilice grava como *capa de protección*; en este caso la *capa separadora* debe ser filtrante, capaz de impedir el paso de áridos finos y **antipunzonante**.
- Un **sistema de evacuación de aguas**, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

#### - Condiciones de los componentes

##### a. Sistema de formación de pendientes

- El sistema de formación de pendientes tendrá una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución será adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Será el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización.
- El material que constituye el sistema de formación de pendientes será compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.
- En cubiertas planas tendrá una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de tejado.

##### b. Aislante térmico

- El material del aislante térmico tendrá una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico se dispondrá encima de la capa de impermeabilización y queda expuesto al contacto con el agua, dicho aislante tendrá unas características adecuadas para esta situación.

##### c. Capa de impermeabilización

- Como capa de impermeabilización, existen materiales bituminosos y bituminosos modificados que se indican en el proyecto.
- Se cumplen estas condiciones para dichos materiales:
  1. Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
  2. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
  3. Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.

4. 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.

5. Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

#### d. Capa de protección

- Existen capas de protección cuyo material será resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y tendrá un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.
- En la capa de protección se usan estos materiales u otros que produzcan el mismo efecto:
  - a) cuando la cubierta no sea transitable, grava, solado fijo o flotante, mortero, tejas y otros materiales que conformen una capa pesada y estable;

#### e. Capa de grava

Se utiliza grava suelta. La grava suelta únicamente se emplea en cubiertas cuya pendiente sea menor que el 5 %.

#### **- Condiciones de los puntos singulares**

##### a. Cubiertas planas

En las cubiertas planas se respetarán 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.

##### b. Juntas de dilatación

- En las cubiertas planas se dispondrán juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas será como máximo 15 m. Las juntas afectarán a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente.
- En las cubiertas planas existe algún encuentro de las juntas de dilatación con un paramento vertical o una junta estructural. Se dispondrá la junta de dilatación coincidiendo con ellos.
- Los bordes de las juntas de dilatación serán romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta será mayor que 3 cm.

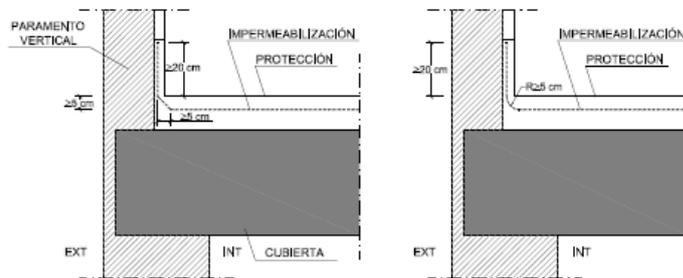
En el solado, utilizado como capa de protección se dispondrán de la siguiente forma:

- 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 se coloca un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior que queda enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

### c. Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

La impermeabilización se prolongará por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.



**Figura 2.13 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical**

El encuentro con el paramento se realiza redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

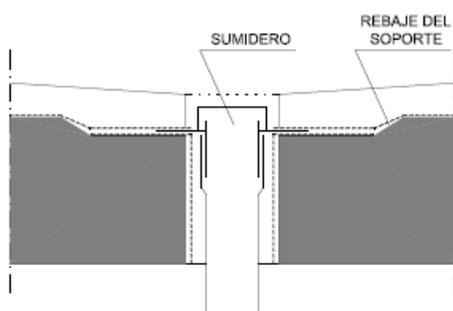
Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por los remates superiores de la impermeabilización, dichos remates se realizarán de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- a) mediante una roza de 3 x 3 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.

#### d. Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón

- El sumidero o el canalón será una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y dispondrá de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.
- Estará provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento estará enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento sobresale de la capa de protección.
- El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización se rebaja alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (Véase la figura 2.14) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.



**Figura 2.14 Rebaje del soporte alrededor de los sumideros**

- La impermeabilización se prolonga 10 cm como mínimo por encima de las alas.
- La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón será estanca.
- Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, se sitúa 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 queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.
- Se dispondrá algún canalón. El borde superior del canalón queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y estará fijado al elemento que sirve de soporte.

#### e. Rebosaderos

En los siguientes casos se dispondrán rebosaderos:

- 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 será 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 se dispondrá 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 figura 2.15) y en todo caso a un nivel más bajo de cualquier acceso a la cubierta.

El rebosadero sobresale 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y dispondrá de una pendiente favorable a la evacuación.

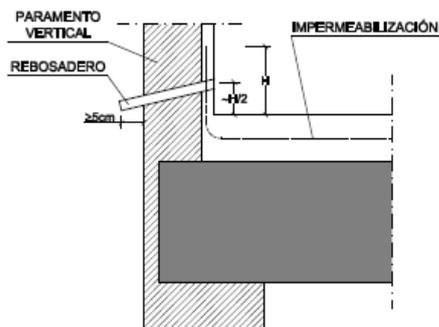


Figura 2.15 Rebosadero

#### f. Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

Los elementos pasantes se situarán separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que asciendan por el elemento pasante 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

#### g. Rincones y esquinas

En los rincones y las esquinas se dispondrán 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.

## 2. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

### - Características exigibles a los productos

El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.

Los productos para **aislamiento térmico** y los que forman la hoja principal de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:

- a) La absorción de agua por capilaridad ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot 0,5)$  ó  $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ).
- b) La succión o tasa de absorción de agua inicial ( $\text{Kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ ).
- c) La absorción al agua a largo plazo por inmersión total (% ó  $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Los productos para la **barrera contra el vapor** se definirán mediante la resistencia al paso del vapor de agua ( $\text{MN} \cdot \text{s}/\text{g}$  ó  $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{mg}$ ).

Los productos para la **impermeabilización** se definirán mediante las siguientes propiedades, en función de su uso: (apartado 4.1.1.4)

- a) estanquidad;
- b) resistencia a la penetración de raíces;
- c) envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación ultravioleta, elevadas temperaturas y agua;
- d) resistencia a la fluencia ( $^{\circ}\text{C}$ );
- e) estabilidad dimensional (%);
- f) envejecimiento térmico ( $^{\circ}\text{C}$ );

g) flexibilidad a bajas temperaturas (°C);

h) resistencia a la carga estática (kg);

i) resistencia a la carga dinámica (mm);

j) alargamiento a la rotura (%);

k) resistencia a la tracción (N/5cm)..

### 3. CONSTRUCCIÓN

#### - Ejecución

Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.

#### a. Muros

##### Condiciones de las láminas *impermeabilizantes*

- Se aplicarán en unas condiciones ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Se aplicarán cuando el muro esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.

##### Condiciones de los sistemas de *drenaje*

- El *tubo drenante* debe rodearse de una capa de árido y ésta, a su vez, envolverse totalmente con una *lámina filtrante*.
- Si el árido es de aluvión el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el *tubo drenante* debe ser, en cualquier punto, como mínimo 1,5 veces el diámetro del dren.
- Si el árido es de machaqueo el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el *tubo drenante* debe ser, en cualquier punto, como mínimo 3 veces el diámetro del dren.

#### b. Suelos

##### Condiciones de los pasatubos

Serán flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.

#### Condiciones de las láminas *impermeabilizantes*

- Se aplicarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Se aplicarán cuando el suelo esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Se aplicarán de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.
- Se respetarán en las uniones de las láminas los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- La superficie donde va a aplicarse la *impermeabilización* no presentará algún tipo de resaltos de materiales que puedan suponer un riesgo de punzonamiento.
- Se aplicarán imprimaciones sobre los hormigones de regulación o limpieza y las cimentaciones en el caso de aplicar láminas adheridas y en el perímetro de fijación en el caso de aplicar láminas no adheridas.
- En la aplicación de las láminas *impermeabilizantes* se colocarán bandas de refuerzo en los cambios de dirección.

#### Condiciones de las arquetas

Se sellarán todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

#### Condiciones del hormigón de limpieza

- El terreno inferior de las *soleras* y *placas* drenadas se compactará y tendrá como mínimo una pendiente del 1%.
- Cuando deba colocarse una lámina *impermeabilizante* sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón se allanará.

### c. Fachadas

#### Condiciones de la hoja principal

- Cuando la hoja principal sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 Kg/(m<sup>2</sup>·min) según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.

- Deben dejarse enjarjes en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.
- Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.
- Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

#### **Condiciones del aislante térmico**

- Se colocará de forma continua y estable.
- Cuando el aislante térmico sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el aislante térmico se dispondrá en contacto con la hoja interior y se utilizarán elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

#### **Condiciones del revestimiento exterior**

El revestimiento exterior se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

#### **Condiciones de los puntos singulares**

Las juntas de dilatación se ejecutarán aplomadas y se dejarán limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

### d. Cubiertas

#### **Condiciones de la formación de pendientes**

Cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie será uniforme y limpia.

#### **Condiciones del aislante térmico**

El aislante térmico se colocará de forma continua y estable.

#### **Condiciones de la impermeabilización**

- Las láminas se aplicarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Cuando se interrumpan los trabajos se protegerán adecuadamente los materiales.
- La impermeabilización se colocará en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente.
- Las distintas capas de la impermeabilización se colocarán en la misma dirección y a cubrejuntas.

- Los solapes quedarán a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

#### Control de la ejecución

El control de la ejecución de las obras se realiza de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprueba que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra queda en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

#### Control de la obra terminada

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

### 4. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Se realizarán las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento		
Operación		Periodicidad
Muros	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año (1)
	Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas	1 año
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año
Suelos	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año (2)
	Limpieza de las arquetas	1 año (2)

	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 años
	Recolocación de la grava	1 años
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
(1) Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.		
(2) Debe realizarse cada año al final del verano.		

## SECCIÓN HS 2 | RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida, de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

En este caso, se ha previsto que la recogida de residuos sea del tipo **recogida centralizada**, es decir, el servicio de recogida retira los residuos de los contenedores de calle. Aun así la parcela dispone de un espacio de reserva de 5m<sup>2</sup> para almacén de contenedores, por si alguna de estas fracciones tuviera, ahora o en un futuro, recogida puerta a puerta. Dicho espacio se sitúa, en el interior de la parcela, en la planta baja en la zona de almacenes e instalaciones, próximo a la salida al exterior por la calle Alonso V.

El almacén está situado a una **distancia del acceso del mismo menor que 25 m**. Este recorrido a su vez tiene una anchura libre de 1,20 m como mínimo, aunque se admiten estrechamientos localizados siempre que no se reduzca la anchura libre a menos de 1 m y que su longitud no sea mayor que 45 cm. Cuando en el recorrido existan puertas de apertura manual estas se abrirán en el sentido de salida. La pendiente debe ser del 12% como máximo y no deben disponerse escalones.

### 1. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

#### Almacén de contenedores de edificio

El mantenimiento de este sería de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>Operación</b>	<b>Periodicidad</b>
Limpieza de los contenedores	3 días
Desinfección de los contenedores	1,5 meses
Limpieza del suelo del almacén	1 día
Lavado con manguera del suelo del almacén	2 semanas
Limpieza de las paredes, puertas, ventanas, etc.	4 semanas
Limpieza general de las paredes y techos del almacén, incluidos los elementos del sistema de ventilación, las luminarias, etc.	6 meses
Desinfección, desinsectación y desratización del almacén de contenedores	1,5 meses

## SECCIÓN HS 3 | CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

La ventilación de los distintos recintos del edificio, se realizara siguiendo las prescripciones del DB-HS-3 y del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).

Según RITE en su instrucción IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior indica:

IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior

IT 1.1.4.2.1 Generalidades

1. En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

2. El resto de edificios dispondrá de un **sistema de ventilación** para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes.

Para el presente edificio se tendrá en cuenta el apartado 2 de la anterior instrucción técnica.

### 1. CATEGORÍA DE CALIDAD DEL AIRE

En cuanto a calidad de aire interior RITE 1.1.4.2.2. indica que en función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): **oficinas**, **residencias** (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), **salas de lectura**, **museos**, salas de tribunales, **aulas de enseñanza** y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, **salones de actos**, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, **cafeterías**, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja)

En el presente caso se trata de un centro expositivo que podemos asimilar el uso de MUSEO indicado en IT 1.1.4.2.2, por lo que se considerará una **calidad de aire interior IDA 2**, según la tabla anterior. En el edificio existen también zonas de uso administrativo, cafetería, residencia de artistas, talleres y biblioteca para las cuales también se considerará una calidad de aire interior IDA 2.

## 2. CAUDAL MÍNIMO DE VENTILACIÓN

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el apartado anterior, se calculará de acuerdo con el **método A descrito en el RITE** empleándose los valores de la tabla 1.4.2.1 dado que se considera una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, baja producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y no está permitido fumar en el interior de la totalidad del edificio.

*Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior en dm<sup>3</sup>/s por persona*

<u>Categoría</u>	<u>dm<sup>3</sup>/s por persona</u>
IDA 1	20
<b>IDA 2</b>	<b>12,5</b>
IDA 3	8
IDA 4	5

Para locales en los que no se prevé la estancia de personas, se utiliza el Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie, aplicándose los valores de la tabla 1.4.2.4.

*Tabla 1.4.2.4 Caudales de aire exterior por unidad de superficie de locales no dedicados a ocupación humana permanente.*

<u>Categoría</u>	<u>dm<sup>3</sup>/s por persona</u>
IDA 1	No aplicable
<b>IDA 2</b>	<b>0,83</b>
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Y por último, el **caudal de aire de extracción** de locales de servicio será como mínimo de **2dm<sup>3</sup>/s por m<sup>2</sup>** de superficie en planta.

### 3. FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR

A la hora de definir los niveles de filtración exigibles se define la calidad del aire exterior según la siguiente clasificación:

- ODA 1: aire puro que puede contener partículas sólidas (p.e. polen) de forma temporal.
- ODA 2: aire con altas concentraciones de partículas.
- ODA 3: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
- ODA 4: aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
- ODA 5: aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

Ante la falta de datos oficiales de las condiciones exteriores de las diferentes ciudades españolas, temperatura, humedad, ODA, concentración de CO<sub>2</sub>, etc, se indica, en las preguntas y respuestas a RITE, que está en preparación de una guía de eficiencia energética dentro de la colección de Ahorro y Eficiencia Energética que edita el IDAE que contendrá muchas de éstas condiciones para localidades de España. Evidentemente tendrán que surgir publicaciones de cuáles son las calidades de aire exterior de las localidades de nuestro país; si bien con la corrección de la tabla 1.4.2.5, los datos de ODAs tienen menor relevancia, ya que **los niveles de filtración dependen casi exclusivamente del IDA que deba proporcionarse.**

Para una calidad de aire interior IDA1 e IDA2 los valores de los filtros son independientes de la calidad de aire exterior salvo para ODA 5:

«Filtración de partículas»				
	Ida 1	Ida 2	Ida 3	Ida 4
Filtros previos				
ODA 1	F7	F6	F6	G4
ODA 2	F7	F6	F6	G4
ODA 3	F7	F6	F6	G4
ODA 4	F7	F6	F6	G4
ODA 5	F6/GF/F9*	F6/GF/F9*	F6	G4
Filtros finales				
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F9	F8	F7	F6
ODA 3	F9	F8	F7	F6
ODA 4	F9	F8	F7	F6
ODA 5	F9	F8	F7	F6

\* Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración. El conjunto de filtración F6/GF/F9 se pondrá, preferentemente, en una Unidad de Pretratamiento de Aire (UPA).»

La parcela objeto de proyecto se encuentra situada en el núcleo urbano de la localidad, por lo que no se prevé la existencia de aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas, desechándose por tanto una calidad de aire exterior ODA5.

El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio siendo las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA 1 a 4) y de la calidad del aire interior requerida (IDA).

	<b>Filtros previos</b>	<b>Filtros finales</b>
Zonas IDA 1	F7	F9
Zonas IDA 2	F6	F8
Zonas IDA 3	F6	F7

## SECCIÓN HS 4 | SUMINISTRO DE AGUA

Esta sección se aplica a la instalación de suministro de agua en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.

### 1. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

#### - Condiciones mínimas de suministro

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1

**Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato**

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

En los puntos de consumo la **presión mínima** debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes;
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

La **presión en cualquier punto** de consumo no debe superar 500 kPa.

La **temperatura de ACS** en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C

### 2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

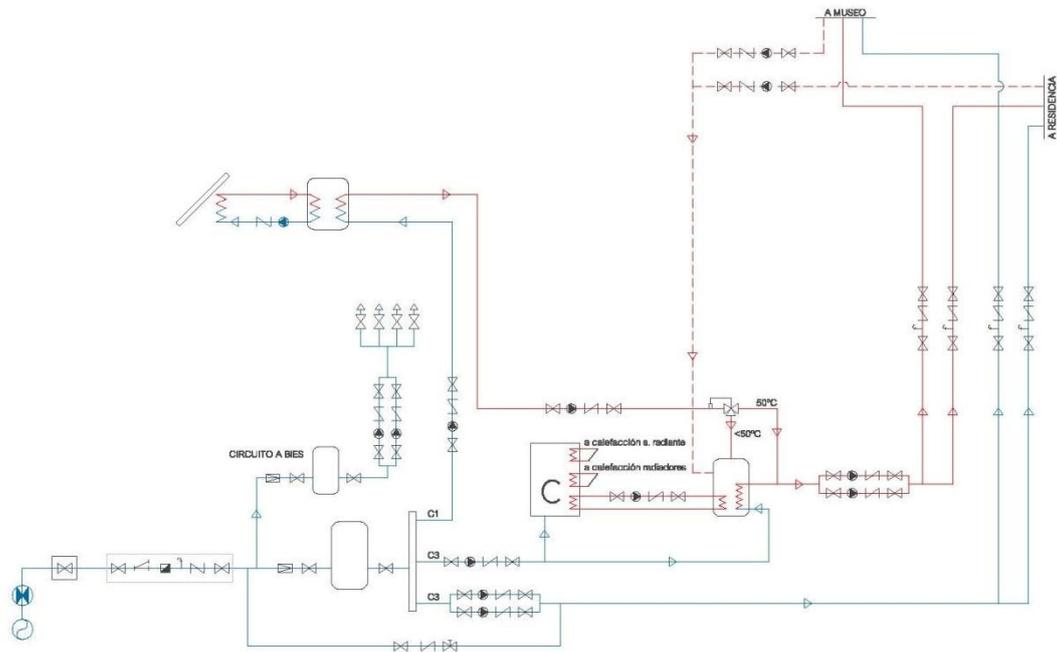
#### - Condiciones generales de la instalación de agua fría

En función de los parámetros de suministro de caudal (continuo o discontinuo) y presión (suficiente o insuficiente) correspondientes al municipio, localidad o barrio, donde vaya situado el edificio se elegirá alguno de los esquemas que figuran en el CTE. En este caso:

-Edificio con un solo titular.

-Abastecimiento directo. Suministro público y presión suficientes.

- Esquema general de la instalación



#### AGUA FRÍA

- Montante AF
- Conducto AF
- ⊗ Llave de paso AF
- Toma AF
- ⊗ Grifo hidromezclador
- ▣ Contador
- Grupo de presión
- ▶ Bomba
- ▭ Válvula reductora
- Depósito AF
- ∧ Filtro
- ↑ Grifo de comprobación
- ∩ Válvula antirretorno
- ⊗ Llave de corte general
- ⊙ Acometida
- ⊗ Llave de toma en carga

#### ACS

- Montante ACS
- Conducto ACS
- ⊗ Llave de paso ACS
- Toma ACS
- Bomba
- ▭ Válvula reductora
- ∧ Filtro
- ↑ Grifo de comprobación
- ∩ Válvula antirretorno
- Montante recirculación ACS
- Bomba de recirculación
- Conducto de recirculación (trazos)
- ⊗ Caldera
- Depósito acumulador ACS
- ▭ Intercambiador de placas

Para más detalles de la instalación consultar la serie de planos de proyecto ABASTECIMIENTO DE AGUA (I05-I08).

### 3. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN Y MATERIALES UTILIZADOS

#### - Reserva de espacio para el contador general

En los edificios dotados con contador general único se preverá un espacio para un armario o una cámara para alojar el contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 4.1, donde aparecen marcadas las medidas seleccionadas para el presente proyecto.

**Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la arqueta para el contador general**

Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

#### - Dimensionado de las redes de distribución

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos.

Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

#### - Dimensionado de los tramos

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

1. El **caudal máximo** de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
2. Determinación del **caudal de cálculo** en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

El consumo de agua instantáneo máximo calculado para el conjunto del centro completo es de 14,30 l/s, con un coeficiente de simultaneidad dado por la fórmula, queda en 2,86 l/s:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Donde  $n$  es número de aparatos y  $K$  siempre mayor de 0,2.

En este caso  $n=64$ , por lo que  $K$  es 0,125, pero asumimos el  $K=0,2$  ya que como se indica en el CTE no debe ser menor a 0,2.

Se tienen las siguientes previsiones:

APARATO	Nº APARATOS	AF (l/s)	TOTAL (l/s)
Inodoro con cisterna	16	0.10	1.60
Lavabo	26	0.10	2.60
Bañera	6	0.30	1.80
Bidé	6	0.10	0.60
Fregadero no domestico	1	0.30	0.50
Fregadero domestico	8	0.20	1.60
Lavavajillas doméstico	3	0.15	0.45
Lavavajillas industrial	1	0.25	0.25
<b>Total</b>	<b>64</b>		<b>9.40</b>

3. Elección de una **velocidad de cálculo** comprendida dentro de los intervalos siguientes:

\_Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s

\_Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s, en este caso contaremos con una tubería de este tipo con  $v=1,50$  m/s.

4. Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

#### - Comprobación de la presión

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 del DB HS4 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

a. determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.

b. comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se verifica si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

Comprobación de la presión de red:

Hg Altura Geométrica de la instalación	15	
Pc perdida de carga del circuito	7.45	
Pr Presión residual en el grifo más desfavorable	10	
Pb Presión mínima necesaria	25.45 < 35 mca	Presión de red existente en toma

Por tanto **NO** es necesaria la instalación de un grupo de presión, de todas formas se coloca en vista al uso puntual y diferencia de cota desde el cuarto de instalaciones donde se ubica el grupo de presión con las zonas de uso de agua.

- Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

1. Los **ramales de enlace** a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

**Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos**

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

3. Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3.

**Tabla 4.3 Diámetros mínimos de alimentación**

Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	¾	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	¾	20
Columna (montante o descendente)	¾	20
Distribuidor principal	1	25
< 50 kW	½	12
Alimentación equipos de climatización	50 - 250 kW	¾
	250 - 500 kW	1
	> 500 kW	1 ¼

- Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación

#### Dimensionado de los contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

#### Dimensionado de los sistemas y equipos de tratamiento de agua

- El tamaño apropiado del aparato se tomará en función del caudal punta en la instalación, así como del consumo mensual medio de agua previsto, o en su defecto se tomará como base un consumo de agua previsible de 60 m<sup>3</sup> en 6 meses, si se ha de tratar tanto el agua fría como el ACS, y de 30 m<sup>3</sup> en 6 meses si sólo ha de ser tratada el agua destinada a la elaboración de ACS.
- El límite de trabajo superior del aparato dosificador, en m<sup>3</sup>/h, debe corresponder como mínimo al caudal máximo simultáneo o caudal punta de la instalación.
- El volumen de dosificación por carga, en m<sup>3</sup>, no debe sobrepasar el consumo de agua previsto en 6 meses.

#### Determinación del tamaño de los equipos de descalcificación

Se tomará como caudal mínimo 80 litros por persona y día.

## SECCIÓN HS 5 | EVACUACIÓN DE AGUAS

Esta Sección se aplica a la instalación de evacuación de *aguas residuales* y *pluviales* en los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.

### 1. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

#### - Condiciones generales de la evacuación

Los *colectores* del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente *acometida*.

Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separados, uno de evacuación de *aguas residuales* dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de *aguas pluviales* al terreno.

Los residuos agresivos industriales requieren un tratamiento previo al vertido a la red de alcantarillado o sistema de depuración.

Los residuos procedentes de cualquier actividad profesional ejercida en el interior de las viviendas distintos de los domésticos, requieren un tratamiento previo mediante dispositivos tales como depósitos de decantación, separadores o depósitos de neutralización.

### 2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN Y SUS COMPONENTES

#### - Características de la red de evacuación del edificio

Instalación de evacuación separativa. Evacuación de aguas pluviales y residuales mediante arquetas y colectores enterrados y/o colgados, con cierres hidráulicos, desagüe por gravedad a una arqueta general, que constituye el punto de conexión con la red de alcantarillado público.

La instalación comprende los desagües de los siguientes aparatos:

- 26 lavabos
- 6 bañeras
- 16 inodoros
- 9 fregaderos
- 4 lavavajillas

## - Partes de la red de evacuación

### Desagües y derivaciones

Material: polietileno reticulado.

Sifón individual: En cada aparato.

Bote sifónico: No.

Sumidero sifónico: No

### Bajantes pluviales

Material: polipropileno.

### Bajantes fecales

Material: polipropileno.

### Colectores

Material: polipropileno, para colgado y enterrado

Situación: Tramos colgados de forjado. Registrables.

Tramos enterrados bajo forjado sanitario o losa. No registrables.

### Arquetas

A pie de bajantes de pluviales. Registrables y nunca será sifónica.

Enterrada. Sifónica y registrable.

Estanca registrable tipo Cedres. Sifónica y registrable.

De trasdós, conexión de colectores de pluviales y fecales

Pozo general del edificio anterior a la acometida. Sifónica y registrable.

### Registros

En Bajantes: Por la parte alta de la ventilación primaria en la cubierta.

En cambios de dirección, a pie de bajante.

En colectores colgados: Registros en cada encuentro y cada 15 m. Los cambios de dirección se ejecutarán con codos a 45°.

En colectores enterrados: En zonas exteriores con arquetas con tapas practicables.

En zonas interiores habitables con arquetas ciegas, cada 15 m.

En el interior de cuarto húmedos: Accesibilidad por falso techo.

Registro de sifones individuales por la parte inferior.

Manguetón del inodoro con cabecera registrable de tapón roscado.

### 3. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

#### - Derivaciones individuales

Las Unidades de desagüe adjudicadas a cada tipo de aparato (UDs) y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales serán las establecidas en la tabla 4.1, DB HS 5, en función del uso.

**Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	-	50
	Suspendido	-	-	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Los diámetros indicados en la tabla se considerarán válidos para ramales individuales con una longitud aproximada de 1,50 m. Los que superen esta longitud, se procederá a un cálculo pormenorizado del ramal, en función de la misma, su pendiente y el caudal a evacuar.

#### - Sifones individuales

Los botes sifónicos serán de 110 mm para 3 entradas y de 125 mm para 4 entradas. Tendrán la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura. Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

#### - Ramales de colectores

El dimensionado de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se realizará de acuerdo con la tabla 4.3, DB HS 5 según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

**Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

- Bajantes

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla 4.4, DB HS 5, en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UD y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

**Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD**

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

- Colectores

El dimensionado de los colectores horizontales se hará de acuerdo con la tabla 4.5, DB HS 5, obteniéndose el diámetro en función del máximo número de UD y de la pendiente.

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

#### 4. DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

##### - Sumideros

El número de sumideros proyectados se ha calculado de acuerdo con la tabla 4.6, DB HS 5, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven. Con desniveles no mayores de 150 mm. y pendientes máximas del 0,5%.

**Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta**

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

##### - Canchales

El *diámetro nominal* del canalón de evacuación de *aguas pluviales* de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h (véase el Anexo B), debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:

$$f = i / 100$$

siendo:

i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

Si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

Zona pluviométrica según tabla B.1 Anexo B: A

Isoyeta según tabla B.1 Anexo B: 20-30

Intensidad pluviométrica de Zaragoza: 90 mm/h

El diámetro nominal de los canalones de evacuación de sección semicircular se ha calculado de acuerdo con la tabla 4.7, DB HS 5, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirven.

- Bajantes

El diámetro nominal de las bajantes de pluviales se ha calculado de acuerdo con la tabla 4.8, DB HS 5, en función de la superficie de la cubierta en proyección horizontal, y para un régimen pluviométrico de 90 mm/h.

**Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

- Colectores

El diámetro nominal de los colectores de aguas pluviales se ha calculado de acuerdo con la tabla 4.9, DB HS 5, en función de su pendiente, de la superficie de cubierta a la que sirve y para un régimen pluviométrico de 90 mm/h. Se calculan a sección llena en régimen permanente.

**Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315



## 4. Protección frente al ruido



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

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico “DB HR Protección frente al ruido” especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

Existen 4 exigencias básicas a cumplir en este DB, que son:

#### 1º. Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las *fachadas*, las *cubiertas*, las *medianerías* y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada *recinto* de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los *recintos protegidos*:

i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma *unidad de uso* en edificios de uso residencial privado:

— El índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de la *tabiquería* no será menor que **33 dBA**.

ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

— El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnTA, entre un recinto protegido y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que **50 dBA**, siempre que no compartan puertas o ventanas.

Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, RA, de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, RA, del cerramiento no será menor que 50 dBA.

iii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* y en *recintos de actividad*:

— El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnTA, entre un *recinto protegido* y un *recinto de instalaciones* o un *recinto de actividad*, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 55 dBA.

iv) Protección frente al ruido procedente del exterior:

— El aislamiento acústico a ruido aéreo, D<sub>2m,nT,Atr</sub>, entre un recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L<sub>d</sub>, definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

Se adopta el mapa de Ruido del municipio de Zaragoza, que establece un valor del índice de ruido día, L<sub>d</sub>, de 65 dBA.

b) En los *recintos habitables*:

i) Protección frente al ruido generado en recintos pertenecientes a la misma *unidad de uso*, en edificios de uso residencial privado:

— El índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, de la tabiquería no será menor que 33 dBA.

ii) Protección frente al ruido generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

— El aislamiento acústico a ruido aéreo, DnTA, entre un recinto habitable y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, colindante vertical u horizontalmente con él, no será menor que 45 dBA, siempre que no compartan puertas o ventanas.

Cuando sí las compartan y sean edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario, el índice global de reducción acústica, RA, de éstas no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica, RA, del cerramiento no será menor que 50 dBA.

iii) Protección frente al ruido generado en recintos de instalaciones y en recintos de actividad:

— El aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nTA}$  entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones, o un recinto de actividad, colindantes vertical u horizontalmente con él, siempre que no compartan puertas, no será menor que **45 dBA**.

Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica, RA, de éstas, no será menos que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, RA, del cerramiento no será menor que 50 dBA.

c) En los *recintos habitables* y *recintos protegidos* colindantes con otros edificios:

El aislamiento acústico a ruido aéreo ( $D_{2m,nT,Atr}$ ) de cada uno de los cerramientos de una medianería entre dos edificios no será menor que **40 dBA** o alternativamente el aislamiento acústico a ruido aéreo ( $D_{nTA}$ ) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que **50 Dba**.

## 2º. Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla:

a) En los recintos protegidos:

i) Protección frente al ruido procedente generado en recintos no pertenecientes a la misma *unidad de uso*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*,  $L'_{nT,w}$ , en un *recinto protegido* colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio, no perteneciente a la misma *unidad de uso* y que no sea *recinto de instalaciones* o *de actividad*, no será mayor que **65 dB**.

Esta exigencia no es de aplicación en el caso de recintos protegidos colindantes horizontalmente con una escalera.

ii) Protección frente al ruido generado en *recintos de instalaciones* o en *recintos de actividad*:

El *nivel global de presión de ruido de impactos*,  $L'_{nT,w}$  en un recinto protegido colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que **60 dB**.

b) En los recintos habitables:

i) Protección frente al ruido generado de recintos de instalaciones o en recintos de actividad:

*El nivel global de presión de ruido de impactos,  $L'_{nT,w}$  en un recinto habitable colindante vertical, horizontalmente o que tenga una arista horizontal común con un recinto de actividad o con un recinto de instalaciones no será mayor que 60 dB.*

### 3º. Tiempo de reverberación

En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y *revestimientos* que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:

a) El *tiempo de reverberación* en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,7 s.

b) El *tiempo de reverberación* en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor que 0,5 s.

c) El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que 0,9 s.

Para limitar el ruido reverberante en las *zonas comunes* los elementos constructivos, los acabados superficiales y los *revestimientos* que delimitan una *zona común* de un edificio de uso residencial público, docente y hospitalario colindante con *recintos protegidos* con los que comparten puertas,

### 4º Ruido y vibraciones de las instalaciones

Ésta es una exigencia sin cuantificar a excepción de ascensores y montacargas cuyo recinto se considerará recinto de instalaciones o no dependiendo de la situación de la maquinaria dentro o fuera del mismo y su RA será de 55dBA ó 50dBA respectivamente.

En el apartado 3.3 del DB HR se indican una serie de requisitos que deben cumplir las instalaciones referentes a documentación y condiciones de montaje que se deberán cumplir en la ejecución de instalaciones.

USO Y ZONIFICACION	
USO DEL EDIFICIO	Pública concurrencia Museo
ZONIFICACION	
Unidades de Uso	Museo Salón de actos Residencia Talleres Administración
Recintos protegidos	Museo Talleres Salón de actos Biblioteca Área administrativa
Recintos habitables	Uso general
Recintos no habitables	Almacenes Oficios
Recinto de instalaciones	En planta baja
Recinto de actividad	-

Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido y reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*, se cumple con los valores límite establecidos en el apartado 2 del DB HR y se aportan las fichas justificativas correspondientes a las opciones utilizadas, en este caso la opción simplificada para el aislamiento acústico a ruido aéreo y a impactos y el método simplificado para el tiempo de reverberación y absorción acústica.

Los códigos empleados para la denominación de algunos elementos constructivos se corresponden con los utilizados en el Catálogo de Elementos Constructivos del Ministerio de Vivienda.

## AISLAMIENTO ACÚSTICO ENTRE UNIDADES DE USO – habitables y protegidas

Para separar los espacios habitables entre ellos se utilizan dos tipos de particiones verticales:

- Muro de hormigón armado de 30 cm de espesor enlucido de yeso en una o ambas caras.
- Carpintería de acero Jansen con acristalamiento SGC Climalit Plus 6+16+6 con Planitherm y con un cristal de seguridad Stadip.

Estas particiones deberán cumplir una resistencia acústica de **50 dBA** en los elementos opacos y **30 dBA** en puertas y ventanas.

Además, los elementos de tabiquería dentro de una misma unidad de uso deberán cumplir con un valor mínimo de resistencia de **43 dBA**, siendo de tipo *entramado autoportante*.

### L.1 Fichas justificativas de la opción simplificada de aislamiento acústico y a ruido de impactos

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante la opción simplificada.

<b>Tabiquería.</b> (apartado 3.1.2.3.3)	
Tipo	Características de proyecto exigidas
Tabique autoportante de paneles de cartón yeso compuesto por perfiles de aluminio extruido de 48 mm, doble placa de yeso laminado de 15 mm atornilladas en ambas caras y aislante interior de lana de roca.	$m$ (kg/m <sup>2</sup> )= 25,8 ≥ 25 $R_A$ (dBA)= 63,1 ≥ 43

<b>Elementos de separación verticales entre recintos</b> (apartado 3.1.2.3.4)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) recintos de unidades de uso diferentes;</li> <li>b) un recinto de una unidad de uso y una zona común;</li> <li>c) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.</li> </ul> Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)			
<b>Solución de elementos de separación verticales entre: UNIDADES DE USO (habitables protegidas) DIFERENTES</b>			
Elementos constructivos	Tipo	Características de proyecto exigidas	
Elemento de separación vertical	Elemento base	$m$ (kg/m <sup>2</sup> )= 500 ≥ 135 $R_A$ (dBA)= 65 ≥ 50	
	Trasdosado	$\Delta R_A$ (dBA)= - ≥ -	
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta	$R_A$ (dBA)= 45 ≥ 30	
	Muro	$R_A$ (dBA)= 65 ≥ 50	

<b>Elementos de separación verticales entre recintos</b> (apartado 3.1.2.3.4)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre:			
a) recintos de unidades de uso diferentes;			
b) un recinto de una unidad de uso y una zona común;			
c) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.			
Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)			
<b>Solución de elementos de separación verticales entre: UNIDADES DE USO (habitables protegidas) DIFERENTES</b>			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento de separación vertical	Elemento base	-	$R_A$ (dBA)= <input type="text" value="-"/> $\geq$ <input type="text" value="50"/>
	Trasdosado	-	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text" value="-"/> $\geq$ <input type="text" value="-"/>
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta	Vidrio SGC Climalit Plus 6+16+6 con Planitherm y con un cristal de seguridad Stadip.	$R_A$ (dBA)= <input type="text" value="40"/> $\geq$ <input type="text" value="30"/>
	Muro	-	$R_A$ (dBA)= <input type="text" value="-"/> $\geq$ <input type="text" value="-"/>

En cuanto a la separación de espacios habitables protegidos mediante elementos horizontales, existen dos tipos de particiones:

- Forjado de placas alveolares prefabricadas de 25 cm de canto y 5 cm de capa de compresión, sobre el que se colocan placas de poliestireno expandido para la instalación de suelo radiante. Sobre ellas, se extiende una capa de mortero autonivelante al que se encola el pavimento de parquet de madera de roble.
- Forjado de placas alveolares prefabricadas de 25 cm de canto y 5 cm de capa de compresión, sobre el que se colocan placas de poliestireno expandido para la instalación de suelo radiante. Sobre ellas, se extiende una capa de mortero autonivelante con acabado de resina epoxi.

Los valores de acústicos que deben cumplir los elementos horizontales se establecen en la tabla 3.3. del DB-HR según el tipo de forjado, de tabiquería y su encuentro con el forjado.

<b>Elementos de separación horizontales entre recintos</b> (apartado 3.1.2.3.5)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación horizontales situados entre:			
a) recintos de unidades de uso diferentes;			
b) un recinto de una unidad de uso y una zona común;			
c) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.			
Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)			
<b>Solución de elementos de separación horizontales entre: UNIDADES DE USO (habitables protegidas) DIFERENTES</b>			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento de separación horizontal	Forjado	Forjado de placas alveolares de 25 cm de espesor y capa de compresión de 5 cm.	$m$ (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text" value="450"/> $\geq$ <input type="text" value="250"/> $R_A$ (dBA)= <input type="text" value="57"/> $\geq$ <input type="text" value="49"/>
	Suelo flotante	Parquet encolado sobre capa de mortero autonivelante y placas de poliestireno expandido.	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text" value="28"/> $\geq$ <input type="text" value="9"/> $\Delta L_w$ (dB)= <input type="text" value="35"/> $\geq$ <input type="text" value="22"/>
	Techo suspendido	Falso techo de lamas de madera y junta abierta para control acústico con lana de roca	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text" value="22"/> $\geq$ <input type="text" value="10"/>

El valor del índice global de reducción acústica ponderado, RA, de toda la superficie del cerramiento que constituya una *medianería* de un edificio, no será menor que 45 dBA.

<b>Medianerías.</b> (apartado 3.1.2.4)	
Tipo	Características de proyecto exigidas
TIPO 1. Muro de hormigón armado de 30 cm de espesor (P1.25 H C)	R <sub>A</sub> (dBA)= 65 ≥ 45

### ASLAMIENTO ACÚSTICO ENTRE UNIDADES DE USO HABITABLES PROTEGIDAS Y RECINTOS DE INSTALACIONES NO HABITABLES

Para separar los espacios habitables de los no habitables se utiliza una partición compuesta por un muro de hormigón armado de 30 cm de espesor enlucido de yeso en una o ambas caras.

Estas particiones deberán cumplir una resistencia acústica de 60 dBA en los elementos opacos y 30 dBA en puertas y ventanas.

Además, los elementos de tabiquería dentro de una misma unidad de uso deberán cumplir con un valor mínimo de resistencia de 43 dBA, siendo de tipo *entramado autoportante*.

<b>Elementos de separación verticales entre recintos</b> (apartado 3.1.2.3.4)			
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación verticales situados entre:			
d) recintos de unidades de uso diferentes;			
e) un recinto de una unidad de uso y una zona común;			
f) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.			
Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)			
<b>Solución de elementos de separación verticales entre: UNIDADES DE USO (habitables protegidas) Y RECINTOS DE INSTALACIONES O NO HABITABLES</b>			
Elementos constructivos	Tipo	Características de proyecto exigidas	
Elemento de separación vertical	Elemento base	TIPO 1. Muro de hormigón armado de 30 cm de espesor (P1.25 H C)	m (kg/m <sup>2</sup> )= 500 ≥ 135
	Trasdoso	-	R <sub>A</sub> (dBA)= 65 ≥ 60
			ΔR <sub>A</sub> (dBA)= - ≥ -
Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas	Puerta	-	R <sub>A</sub> (dBA)= - ≥ -
	Muro	-	R <sub>A</sub> (dBA)= - ≥ -

<b>Tabiquería.</b> (apartado 3.1.2.3.3)	
Tipo	Características de proyecto exigidas
Tabique autoportante de paneles de cartón yeso compuesto por perifería de aluminio extruido de 48 mm, doble placa de yeso laminado de 15 mm atornilladas en ambas caras y aislante interior de lana de roca.	m (kg/m <sup>2</sup> )= 25,8 ≥ 25 R <sub>A</sub> (dBA)= 63,1 ≥ 43

En cuanto a la separación de espacios habitables y no habitables mediante **elementos horizontales**, la partición está compuesta por:

- Forjado de placas alveolares prefabricadas de 25 cm de canto y 5 cm de capa de compresión, sobre el que se colocan placas de poliestireno expandido para la instalación de suelo radiante. Sobre ellas, se extiende una capa de mortero autonivelante con acabado de resina epoxi.

Los valores acústicos que deben cumplir los elementos horizontales se establecen en la tabla 3.3. del DB-HR según el tipo de forjado, de tabiquería y su encuentro con el forjado.

<b>Elementos de separación horizontales entre recintos (apartado 3.1.2.3.5)</b>		
Debe comprobarse que se satisface la opción simplificada para los elementos de separación horizontales situados entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>d) recintos de unidades de uso diferentes;</li> <li>e) un recinto de una unidad de uso y una zona común;</li> <li>f) un recinto de una unidad de uso y un recinto de instalaciones o un recinto de actividad.</li> </ul> Debe rellenarse una ficha como ésta para cada elemento de separación vertical diferente, proyectados entre a), b) y c)		
<b>Solución de elementos de separación horizontales entre: UNIDADES DE USO (habitables protegidas) Y RECINTOS DE INSTALACIONES O NO HABITABLES</b>		
Elementos constructivos	Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento de separación horizontal	Forjado	Forjado de placas alveolares de 25 cm de espesor y capa de compresión de 5 cm. $m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 459 \geq 250$ $R_A \text{ (dBA)} = 57 \geq 49$
	Suelo flotante	Mortero autonivelante sobre placas de poliestireno expandido. $\Delta R_A \text{ (dBA)} = 25 \geq 9$ $\Delta L_{w} \text{ (dB)} = 31 \geq 22$
	Techo suspendido	Falso techo metálico suspendido. Control acústico mediante lana de roca adherida a parte inferior de forjado. $\Delta R_A \text{ (dBA)} = 22 \geq 10$

### AISLAMIENTO ACÚSTICO ENTRE UNIDADES DE USO HABITABLES Y EL EXTERIOR

Para separar los espacios habitables del exterior existen cuatro tipos distintos de soluciones de fachada:

- Muro de hormigón armado de 30 cm de espesor revestido con ladrillo cerámico aplantillado. Interposición de aislamiento térmico de XPS de 5 cm.
- Doble hoja de fábrica de ladrillo aplantillado con interposición de aislamiento térmico de XPS de 5 cm.
- Fachada de vidrio formada por carpintería de acero Jansen y acristalamiento SGC Climalit Plus 6+16+6 con Planitherm y con un cristal de seguridad Stadip.
- Fachada existente de ladrillo aislada con XPS por el interior.

El valor acústico que deben cumplir las soluciones de fachada depende inicialmente del índice de ruido día,  $L_d$ , para el cual el mapa de ruido del municipio de Zaragoza establece un valor de 65 dBA. Conocido este dato, en función del porcentaje de parte ciega y huecos de la fachada en cuestión la tabla 3.4 del DB-HR establece un valor de resistencia.

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Solución de <i>fachada, cubierta o suelo</i> en contacto con el aire exterior: <b>UNIDADES DE USO (habitables protegidas) Y EL EXTERIOR</b>				
Elementos constructivos	Tipo	Área <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> )	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Muro de hormigón armado de 30 cm de espesor revestido con ladrillo cerámico. Interposición de aislamiento térmico de XPS de 5 cm. (F12.1)	<input type="text" value=""/> = $S_c$	Hasta 15%	$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="52"/> $\geq $ <input type="text" value="35"/>
Huecos		<input type="text" value="0"/> = $S_h$		$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="-"/> $\geq $ <input type="text" value="30"/>

<sup>(1)</sup> Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Solución de <i>fachada, cubierta o suelo</i> en contacto con el aire exterior: <b>UNIDADES DE USO (habitables protegidas) Y EL EXTERIOR</b>				
Elementos constructivos	Tipo	Área <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> )	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Doble hoja de fábrica de ladrillo con interposición de aislamiento térmico de XPS de 5 cm. (F6.1)	<input type="text" value="480"/> = $S_c$	Hasta 15%	$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="48"/> $\geq $ <input type="text" value="35"/>
Huecos		<input type="text" value="0"/> = $S_h$		$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="-"/> $\geq $ <input type="text" value="30"/>

<sup>(1)</sup> Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Solución de <i>fachada, cubierta o suelo</i> en contacto con el aire exterior: <b>UNIDADES DE USO (habitables protegidas) Y EL EXTERIOR</b>				
Elementos constructivos	Tipo	Área <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> )	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Vidrio SGC <u>Climalit Plus</u> 6+16+6 con <u>Planitherm</u> y con un cristal de seguridad <u>Stadip</u> .	<input type="text" value=""/> = $S_c$	De 81 a 100%	$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value=""/> $\geq $ <input type="text" value=""/>
Huecos		<input type="text" value="49,5"/> = $S_h$		$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="40"/> $\geq $ <input type="text" value="30"/>

<sup>(1)</sup> Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Solución de <i>fachada, cubierta o suelo</i> en contacto con el aire exterior: <b>UNIDADES DE USO (habitables protegidas) Y EL EXTERIOR</b>				
Elementos constructivos	Tipo	Área <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> )	% Huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	Fachada existente de ladrillo aislada con XPS por el interior.	<input type="text" value="609,5"/> = $S_c$	Del 16 a 30%	$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="47"/> $\geq $ <input type="text" value="35"/>
Huecos	Vidrio SGC <u>Climalit Plus</u> 6+16+6 con <u>Planitherm</u> y con un cristal de seguridad <u>Stadip</u> .	<input type="text" value="121,9"/> = $S_h$		$R_{A,W}(dBA) = $ <input type="text" value="40"/> $\geq $ <input type="text" value="30"/>

<sup>(1)</sup> Área de la parte ciega o del hueco vista desde el interior del recinto considerado.

## TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Es de aplicación únicamente en el espacio de salón de actos, el cual deberá tener una absorción acústica adecuada. Para calcular el tiempo de reverberación y la absorción acústica, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica medio,  $\alpha_m$ , de los acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos utilizados y el área de absorción acústica equivalente medio,  $A_{0,m}$ , de cada mueble fijo, obtenidos mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el anejo C o mediante tabulaciones incluidas en el Catálogo de Elementos Constructivos u otros Documentos Reconocidos del CTE.

En caso de no disponer de valores del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$  de productos, podrán utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$  de acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos de los *recintos*.

### L.4 Fichas justificativas de la opción simplificada del *tiempo de reverberación*

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de *tiempo de reverberación* mediante el método simplificado.

Tratamientos absorbentes uniformes del techo:						
Tipo de recinto		h Altura libre, (m)	$S_t$ Área del techo. (m <sup>2</sup> )	$\alpha_{m,t}$ Coeficiente de absorción acústica medio		
Aulas (hasta 250 m <sup>2</sup> )	Sin butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left( 0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) =$ <input type="text"/>		
	Con butacas tapizadas	7,5 m	217,56 m <sup>2</sup>	$\alpha_{m,t} = h \cdot \left( 0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26 =$ <input type="text" value="2,07"/>		
Restaurantes y comedores				$\alpha_{m,t} = h \cdot \left( 0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,10 =$ <input type="text"/>		

Tratamientos absorbentes adicionales al del techo:							
Elemento	Acabado	S Area, (m <sup>2</sup> )	$\alpha_m$ Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m <sup>2</sup> ) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	$\alpha_m$	
Paredes	Lamas de madera	788,04	0,07	0,10	0,10	0,08	55,16
Paredes	Lana de roca	788,04	0,70	0,80	0,85	0,80	639,43
Techo		217,56				2,07	450,35
$\sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i = \alpha_{m,t} \cdot S_t =$							1144,93

El tiempo de reverberación de un recinto, T, se calcula mediante la expresión:

$$T = \frac{0,16 V}{A}$$

Siendo:

V, volumen del recinto, m<sup>3</sup>

A, absorción acústica total del recinto, m<sup>2</sup>

$$T = (0,16 \cdot 217,56 \cdot 7,5) / 1144,93 = 0,22 \text{ segundos}$$

### RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de sujeciones o puntos de contacto de aquellas con elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

### CONDICIONES DE MONTAJE DE EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

Los equipos pequeños y compactos se instalan sobre soportes antivibratorios elásticos. Los equipos que no poseen una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o que necesitan la alineación de sus componentes, se instalan sobre una bancada de inercia, de hormigón o de acero, de forma que tienen la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio se interponen elementos antivibratorios.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

#### PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

En el proyecto se cumplen las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 4 del DB HR.

#### CARACTERISTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

1. Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.
2. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.
3. Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:
  - a) la resistividad al flujo del aire en kPa s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.
  - b) la rigidez dinámica en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas.
  - c) el coeficiente de absorción acústica, menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.
4. En el pliego de condiciones del proyecto se expresan las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

#### CARACTERISTICAS EXIGIBLES A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA.

La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

- a) el índice global de reducción acústica,  $R_w$ , en dB;
- b) el índice global de reducción acústica, ponderado A,  $RA$ , en dBA;
- c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles,  $RA_{tr}$ , en dBA;
- d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente,  $C$ , en dB;
- e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves,  $C_{tr}$ , en dB.

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.;

Los sistemas, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para transmisión indirecta, ponderada A,  $D_{n,s,A}$ , en dBA.

#### MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El edificio se mantendrá de tal forma que se conserven las condiciones acústicas proyectadas.

Las reparaciones, modificaciones o sustitución de los materiales o productos que componen los elementos constructivos del edificio se realizarán con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.

Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una unidad de uso, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.

## 5. Ahorro de energía



El proyecto para la construcción de un complejo cultural formado por museo, residencia y talleres para artistas se acoge a la normativa expuesta en documento del Código Técnico de la Edificación parte DB HE. A través del cumplimiento de los apartados que en este código constan se busca conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

#### **Exigencias - Procedimiento de verificación**

Se lleva a cabo mediante el procedimiento de verificación de la **opción simplificada**. Basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límites permitidos.

Se ha elegido este método de cálculo de la demanda energética debido a la presencia de restos arqueológicos integrados como parte de los cerramientos del proyecto y a la elevada dificultad a la hora de introducir sus características formales y parámetros térmicos en los programas LIDER y CALENER VyP.

## SECCIÓN HE 1 | LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

### 1. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS

#### - Demanda energética

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los *cerramientos* y *particiones interiores* que componen su *envolvente térmica*, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los *cerramientos* y *particiones interiores* de la *envolvente térmica* tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

### 2. CÁLCULO Y DIMENSIONADO

#### - Determinación de la zona climática

El presente proyecto se ubica en la provincia de Zaragoza, perteneciente a la zona climática D3.

**Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos* y *particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K**

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

## ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  
 Transmitancia límite de suelos  
 Transmitancia límite de cubiertas  
 Factor solar modificado límite de lucernarios

$U_{Mlim}$ : 0,66 W/m<sup>2</sup> K  
 $U_{Slim}$ : 0,49 W/m<sup>2</sup> K  
 $U_{Clim}$ : 0,38 W/m<sup>2</sup> K  
 $F_{Lim}$ : 0,28

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim}$ W/m <sup>2</sup> K				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,9 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,8)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,48	0,30	0,43	0,32

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mm}$ , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,47 W/m<sup>2</sup>K se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D1, D2 y D3.

### - Clasificación de los espacios

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en *espacios habitables* y *espacios no habitables*.

A efectos de cálculo de la demanda energética, los **espacios habitables** se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

a) espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor.

Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión.

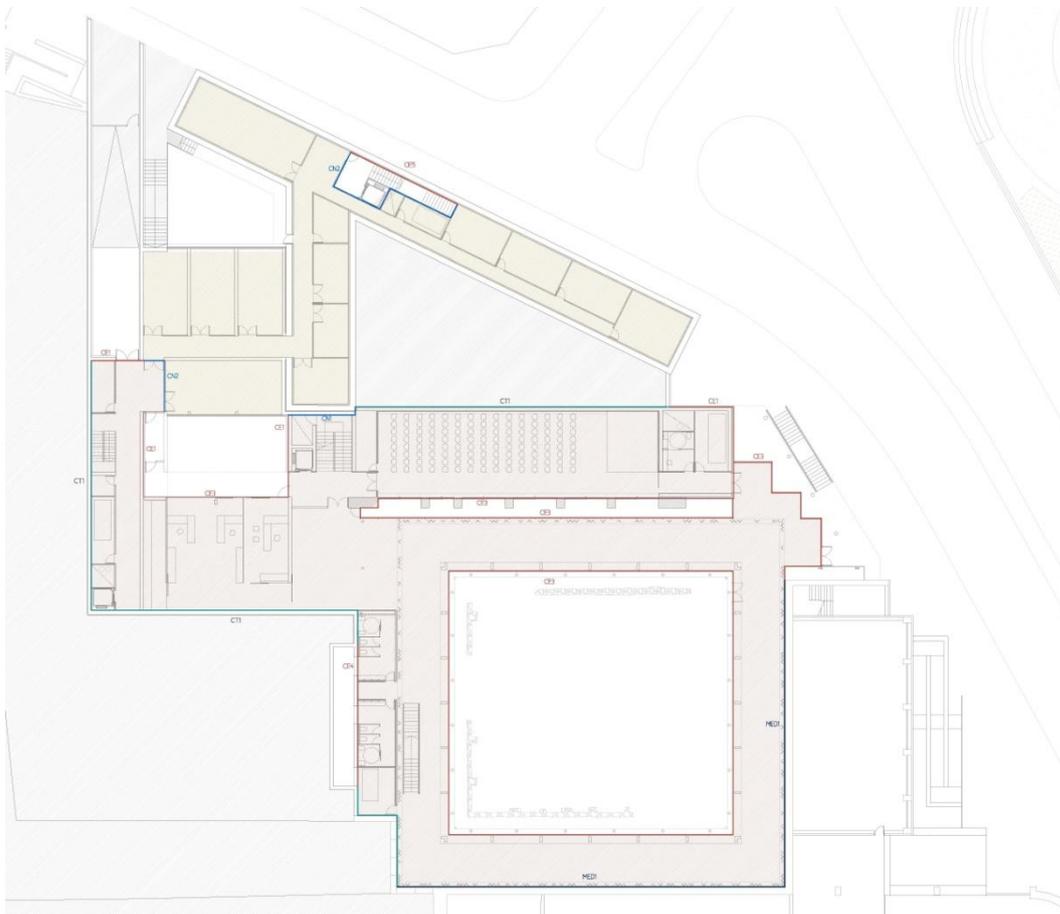
b) espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna.

### - Definición de la envolvente térmica del edificio

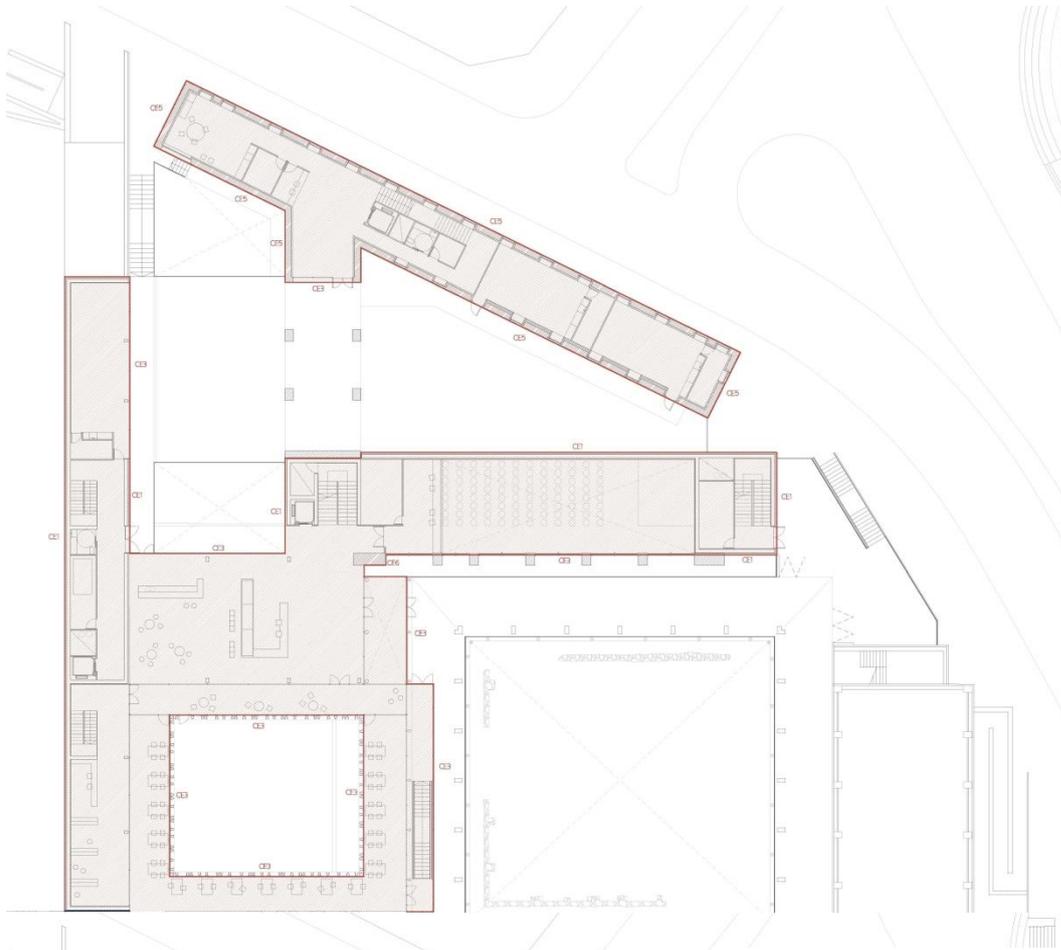
La *envolvente térmica* del edificio, está compuesta por todos los *cerramientos* que limitan *espacios habitables* con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las *particiones interiores* que limitan los *espacios habitables* con los *espacios no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los *cerramientos* y *particiones interiores* de los *espacios habitables* se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

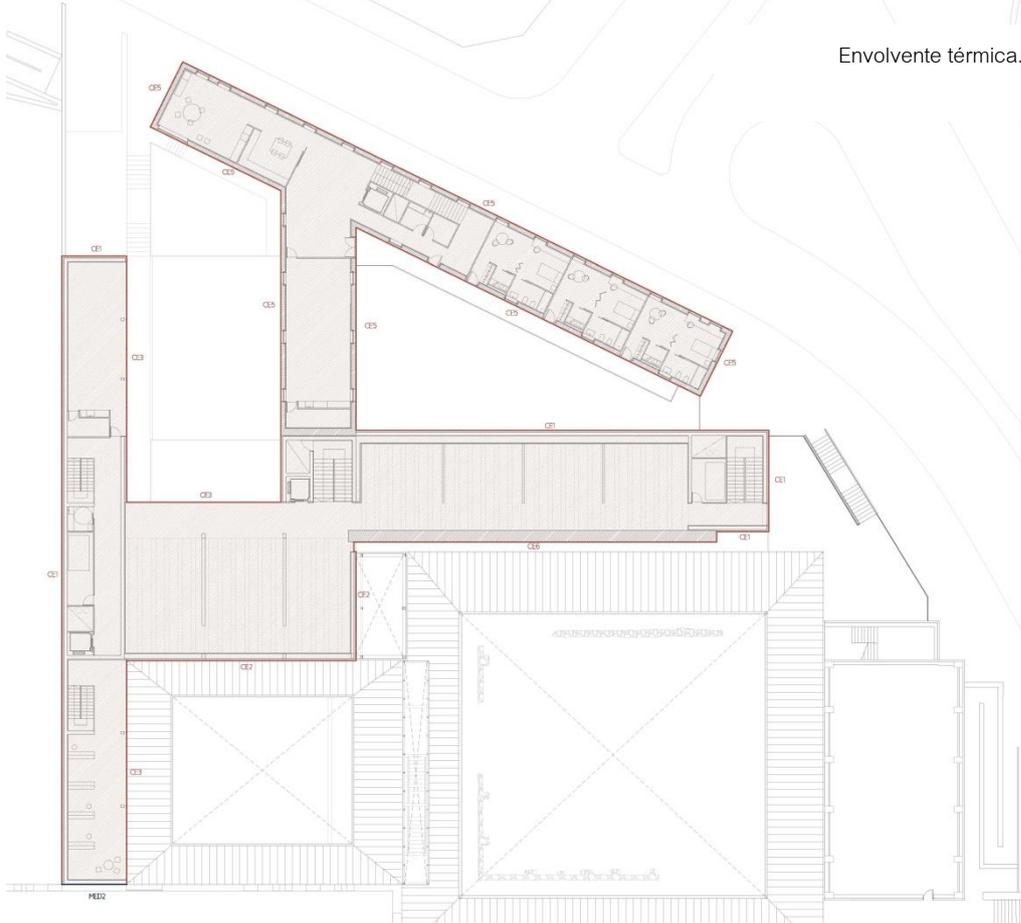
- a) **cubiertas**, comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal;
- b) **suelos**, comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un *espacio no habitable*;
- c) **fachadas**, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a  $60^\circ$  respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3.1. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario;
- d) **medianerías**, comprenden aquellos *cerramientos* que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada;
- e) **cerramientos en contacto con el terreno**, comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno;
- f) **particiones interiores**, comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.



Envolvente térmica. Planta baja



Envolvente térmica. Planta primera



Envolvente térmica. Planta segunda

### CE1: Cerramiento vertical exterior

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Ladrillo perforado aplantillado	0,05	0,301	0,350	0,399	0,343
Poliestireno extruido	0,05	0,025	0,029	2,005	1,724
Muro de hormigón armado	0,3	1,978	2,300	0,152	0,175
Lana mineral	0,04	0,027	0,031	1,500	1,290
Placa de cartón-yeso	0,03	0,215	0,250	0,140	0,120
Resistencias superficiales					0,17
<b>TOTAL</b>	<b>0,54</b>	<b>2,55</b>	<b>2,96</b>	<b>4,20</b>	<b>3,652</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			U	<b>0,238</b>	<b>0,274</b>
			U máxima		<b>0,860</b>
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### CE2: Cerramiento vertical exterior

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Ladrillo perforado aplantillado	0,12	0,301	0,350	0,399	0,343
Poliestireno extruido	0,05	0,025	0,029	2,005	1,724
Ladrillo perforado aplantillado	0,12	0,301	0,350	0,399	0,343
Lana mineral	0,04	0,027	0,031	1,500	1,290
Placa de cartón-yeso	0,03	0,215	0,250	0,140	0,120
Resistencias superficiales					0,17
<b>TOTAL</b>	<b>0,36</b>	<b>0,87</b>	<b>1,01</b>	<b>4,44</b>	<b>3,820</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			U	<b>0,225</b>	<b>0,262</b>
			U máxima		<b>0,860</b>
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### CE3: Cerramiento vertical exterior

	Espesor		Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W	
Muro de hormigón armado	0,3	1,978	2,300	0,152	0,130	
Poliestireno extruido	0,05	0,025	0,029	2,005	1,724	
Placa de cartón-yeso	0,03	0,215	0,250	0,140	0,120	
Resistencias superficiales						0,170
<b>TOTAL</b>	<b>0,38</b>	<b>2,22</b>	<b>2,579</b>	<b>2,30</b>	<b>1,975</b>	
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K	
U=1/Resistencia total				<b>U</b>	<b>0,436</b>	<b>0,506</b>
				U máxima		<b>0,860</b>
Zona Climática: D3					<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### CE4: Cerramiento vertical exterior

	Espesor		Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W	
Muro estructural de ladrillo existente	0,5	0,275	0,320	1,817	1,563	
Poliestireno extruido	0,05	0,025	0,029	2,005	1,724	
Resistencias superficiales						0,170
<b>TOTAL</b>	<b>0,55</b>	<b>0,30</b>	<b>0,349</b>	<b>3,82</b>	<b>3,287</b>	
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K	
U=1/Resistencia total				<b>U</b>	<b>0,262</b>	<b>0,304</b>
				U máxima		<b>0,860</b>
Zona Climática: D3					<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### CE5: Cerramiento vertical exterior

	Espesor		Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W	
Muro porticado existente	0,75	0,275	0,320	2,725	2,344	
Resistencias superficiales						0,170
<b>TOTAL</b>	<b>0,75</b>	<b>0,28</b>	<b>0,32</b>	<b>2,73</b>	<b>2,344</b>	
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K	
U=1/Resistencia total				<b>U</b>	<b>0,367</b>	<b>0,427</b>
				U máxima		<b>0,860</b>
Zona Climática: D3					<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### 2.1.2.2 Muros en contacto con el terreno

La transmitancia térmica  $U_T$  ( $W/m^2 \cdot K$ ) de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtiene de la tabla 5 en función de su profundidad  $z$ , y de la resistencia térmica del muro  $R_m$  calculada mediante la expresión (2) despreciando las resistencias térmicas superficiales.

Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

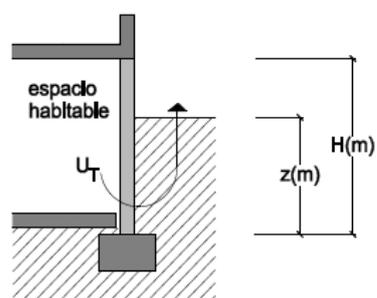


Figura 3 Muro en contacto con el terreno

Tabla 5 Transmitancia térmica de muros enterrados  $U_T$  en  $W/m^2$

$R_m$ ( $m^2 K/W$ )	Profundidad $z$ de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	$\geq 6$
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,10	2,29	1,74	1,22	0,97	0,81	0,62
0,20	1,84	1,45	1,06	0,85	0,72	0,56
0,30	1,55	1,25	0,93	0,76	0,65	0,51
0,40	1,33	1,10	0,84	0,69	0,60	0,47
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
0,60	1,05	0,90	0,71	0,59	0,52	0,42
0,70	0,95	0,82	0,66	0,56	0,49	0,39
0,80	0,87	0,76	0,61	0,52	0,46	0,38
0,90	0,80	0,70	0,58	0,49	0,44	0,36
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,10	0,69	0,61	0,51	0,45	0,40	0,33
1,20	0,64	0,58	0,49	0,42	0,38	0,32
1,30	0,60	0,55	0,46	0,41	0,36	0,30
1,40	0,57	0,52	0,44	0,39	0,35	0,29
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
1,60	0,51	0,47	0,40	0,36	0,32	0,28
1,70	0,49	0,45	0,39	0,35	0,31	0,27
1,80	0,46	0,43	0,37	0,33	0,30	0,26
1,90	0,44	0,41	0,36	0,32	0,29	0,25
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

### CT1: Cerramiento vertical en contacto con el terreno

	Espesor		Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h $m^2 \cdot ^\circ C$	W/m K	$h m^2 \cdot ^\circ C/Kcal$	$m^2 K/W$	
Polietileno de alta densidad y geotextil	0,03	0,430	0,500	0,070	0,060	
Impermeabilización EPDM	0,01	0,215	0,250	0,047	0,040	
Poliestireno extruido	0,08	0,025	0,029	3,208	2,759	
Muro de hormigón armado	0,3	1,978	2,300	0,280	0,310	
<b>TOTAL</b>	<b>0,42</b>	<b>2,65</b>	<b>3,079</b>	<b>3,60</b>	<b>3,169</b>	
				Kcal/h $m^2 \cdot ^\circ C$	W/ $m^2 K$	
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,277</b>	<b>0,315</b>	
			U máxima		0,860	
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>	

**CN1: Cerramiento vertical en contacto con espacio no habitable**

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Polietileno de alta densidad y geotextil	0,03	0,430	0,500	0,070	0,060
Impermeabilización EPDM	0,01	0,215	0,250	0,047	0,040
Poliestireno extruido	0,08	0,025	0,029	3,208	2,759
Muro de hormigón armado	0,3	1,978	2,300	0,280	0,130
<b>TOTAL</b>	<b>0,42</b>	<b>2,65</b>	<b>3,079</b>	<b>3,60</b>	<b>2,989</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,277</b>	<b>0,335</b>
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

**CN2: Cerramiento vertical en contacto con espacio no habitable**

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Doble placa de cartón yeso	0,03	0,215	0,250	0,140	0,120
Lana mineral	0,04	0,027	0,031	1,500	1,290
Doble placa de cartón yeso	0,03	0,215	0,250	0,140	0,120
<b>TOTAL</b>	<b>0,1</b>	<b>0,46</b>	<b>0,531</b>	<b>1,78</b>	<b>1,530</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,562</b>	<b>0,653</b>
			U máxima		0,860
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

**MED1: Medianería**

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Poliestireno extruido	0,04	0,022	0,025	1,860	1,600
Panel ligero de madera-cemento	0,019	0,198	0,230	0,096	0,083
<b>TOTAL</b>	<b>0,059</b>	<b>0,22</b>	<b>0,255</b>	<b>1,96</b>	<b>1,683</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,511</b>	<b>0,594</b>
			U máxima		1,000
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### MED2: Medianería

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Poliestireno extruido	0,08	0,022	0,025	3,721	3,200
Muro de hormigón armado	0,3	1,978	2,300	0,152	0,130
<b>TOTAL</b>	<b>0,38</b>	<b>2,00</b>	<b>2,325</b>	<b>3,87</b>	<b>3,330</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,258</b>	<b>0,300</b>
			U máxima		1,000
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### CUB1: Cubierta ligera inclinada

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
	m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal	m <sup>2</sup> K/W
Lámina de cobre	0,005	326,800	380,000	0,000	0,000
Lámina delta de polietileno alta densidad	0,02	0,138	0,160	0,145	0,125
Betún plastomérico	0,01	0,215	0,250	0,047	0,040
Poliestireno extruido	0,07	0,025	0,029	2,807	2,414
Resistencias superficiales					0,14
<b>TOTAL</b>	<b>0,105</b>	<b>327,18</b>	<b>380,439</b>	<b>3,00</b>	<b>2,579</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,333</b>	<b>0,388</b>
			U máxima		0,490
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

CUB2: Cubierta plana no transitable

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal
Grava	0,1	1,720	2,000	0,058	0,050
Geotextil antipunzonante	0,01	0,430	0,500	0,023	0,020
Poliestireno extruido	0,07	0,025	0,029	2,807	2,414
Impermeabilización EPDM	0,01	0,215	0,250	0,047	0,040
Hormigón de pendientes	0,05	0,989	1,150	0,051	0,043
Losa de hormigón armado	0,2	1,978	2,300	0,101	0,087
Poliestireno extruido	0,1	0,025	0,029	4,010	3,448
Resistencias superficiales					0,14
<b>TOTAL</b>	<b>0,54</b>	<b>5,38</b>	<b>6,258</b>	<b>7,10</b>	<b>6,103</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,141</b>	<b>0,164</b>
			U máxima		0,490
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

CUB3: Cubierta plana transitable, claustro peatonal

	Espesor	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		m	Kcal/h m °C	W/m K	h m <sup>2</sup> °C/Kcal
Baldosa de piedra basáltica	0,03	3,010	3,500	0,010	0,009
Cama de arena de asiento y nivelación	0,07	1,720	2,000	0,041	0,035
Losa de hormigón armado	0,15	1,978	2,300	0,076	0,065
Poliestireno extruido	0,07	0,025	0,029	2,807	2,414
Resistencias superficiales					0,14
<b>TOTAL</b>	<b>0,32</b>	<b>6,73</b>	<b>7,829</b>	<b>2,93</b>	<b>2,523</b>
				Kcal/h m <sup>2</sup> °C	W/ m <sup>2</sup> K
U=1/Resistencia total			<b>U</b>	<b>0,341</b>	<b>0,396</b>
			U máxima		0,490
Zona Climática: D3				<b>CUMPLE</b>	<b>SÍ</b>

### E.1.2.1 Suelos en contacto con el terreno

- 1 Para el cálculo de la transmitancia  $U_s$  ( $W/m^2K$ ) se consideran en este apartado:

CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;

CASO 2 soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

#### CASO 1

- 1 La transmitancia térmica  $U_s$  ( $W/m^2K$ ) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho  $D$  de la banda de aislamiento perimetral, de la resistencia térmica del aislante  $R_a$  calculada mediante la expresión (E.3) y la longitud característica  $B'$  de la solera o losa.
- 2 Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Figura E.1. Soleras con aislamiento perimetral

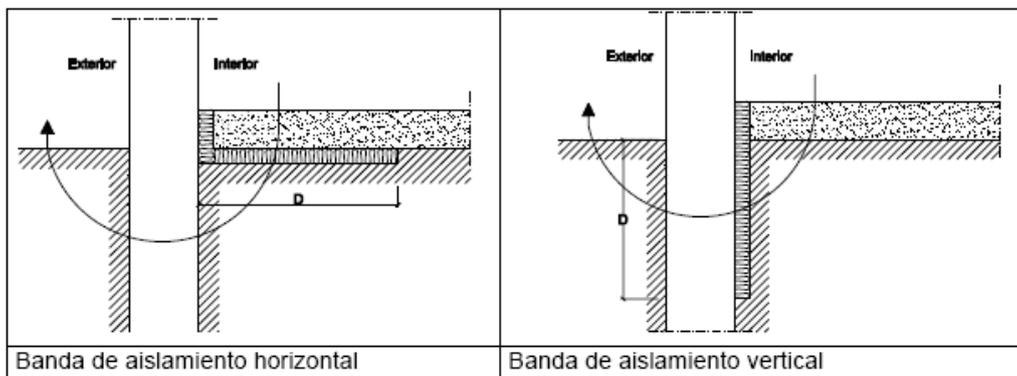


Tabla E.3 Transmitancia térmica  $U_s$  en  $W/m^2K$

$B'$	$R_a$	$D = 0.5 \text{ m}$					$D = 1.0 \text{ m}$					$D \geq 1.5 \text{ m}$				
		$R_a \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$					$R_a \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$					$R_a \text{ (m}^2 \text{ K/W)}$				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
$\geq 20$	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

S1: Suelo en contacto con el terreno

		Transmitancia térmica	
m		$W/m^2K$	
Solera sobre Caviti form	0,50	U	0,46
U=1/Resistencia total		U máxima	0,86
Zona Climática: D3		CUMPLE	Sí

### Factor solar modificado de huecos y lucernarios

El factor solar modificado en el hueco o lucernario se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s \cdot [(1 - FM) \cdot g + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

siendo,

$F_s$ , el factor de sombra del hueco o lucernario

$FM$ , la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;

$g_{\perp}$ , el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal.

$U_m$ , la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [W/m<sup>2</sup>·K];

$\alpha$ , la absorptividad del marco obtenida de la tabla 10 en función de su color.

**Tabla 11 Absortividad del marco para radiación solar  $\alpha$**

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

## RESUMEN DE HUECOS

	Orientación	Á total	Á marco	F sombra	U vidrio	U marco	$\alpha$	U hueco
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>		W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K		W/m <sup>2</sup> K
V1 expo temporal	NE	76,95	3,920	0,920	2,100	3,300	0,920	1,839
V2 expo temporal	SE	73,29	3,450	0,900	2,100	3,300	0,920	1,806
V3 expo temporal	SO	76,95	3,920	0,900	2,100	3,300	0,920	1,799
V4 expo temporal	NO	73,29	3,450	0,920	2,100	3,300	0,920	1,846
V5 salón de actos	SO	15,56	1,100	0,900	2,100	3,300	0,920	1,764
V6 salón de actos	SO	9,04	0,876	0,900	2,100	3,300	0,920	1,717
V7 salón de actos	SO	15,56	1,100	0,900	2,100	3,300	0,920	1,764
V8 salón de actos	SO	15,56	1,100	0,900	2,100	3,300	0,920	1,764
V9 salón de actos	SO	15,56	1,100	0,900	2,100	3,300	0,920	1,764
V10 salón de actos	SO	15,56	1,100	0,900	2,100	3,300	0,920	1,764
V11 administración	NE	33,36	1,976	0,920	2,100	3,300	0,920	1,824
V12 biblioteca	NE	48,72	2,690	0,630	2,100	3,300	0,920	1,254
V13 biblioteca	SE	40,89	2,320	0,560	2,100	3,300	0,920	1,113
V14 biblioteca	SO	48,72	2,690	0,560	2,100	3,300	0,920	1,115
V15 biblioteca	NO	48,72	2,320	0,630	2,100	3,300	0,920	1,264
V16 acceso	SE	112,48	1,697	0,900	2,100	3,300	0,920	1,863
V17 vestíbulo	NE	38,73	2,227	0,920	2,100	3,300	0,920	1,827
V18 talleres	SE	51,48	2,549	0,900	2,100	3,300	0,920	1,802
V19 talleres	SE	51,48	2,549	0,900	2,100	3,300	0,920	1,802
V20 talleres	SE	65,205	3,518	0,900	2,100	3,300	0,920	1,794
V21 expo permanente	NE	39,12	2,245	0,920	2,100	3,300	0,920	1,828
V22 acceso residencia	SE	15,12	1,125	0,900	2,100	3,300	0,920	1,758
V23 ventana tipo residencia	E	0,48	0,217	0,920	2,100	2,500	0,920	1,097
V24 ventana tipo residencia	S	0,48	0,217	0,820	2,100	2,500	0,920	0,989
V25 ventana tipo residencia	O	0,48	0,217	0,920	2,100	2,500	0,920	1,109
V26 ventana tipo residencia	SE	0,48	0,217	0,900	2,100	2,500	0,920	1,085
V27 ventana tipo residencia	SO	0,48	0,217	0,900	2,100	2,500	0,920	1,085
Lucernario sala 1	SE	7,36	0,808	0,900	2,100	3,300	0,9200	1,695
Lucernario sala 2	SE	8,64	0,931	0,900	2,100	3,300	0,9200	1,698
U máxima								3,5
Zona Climática: D3							CUMPLE	Sí

- Comprobación de transmitancia media de cerramientos

El DB HE 1 establece como valores límite de transmitancia térmica para la zona climática D3 los recogidos en la siguiente tabla:

**ZONA CLIMÁTICA D3**

<b>Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno</b>	<b><math>U_{Mlim}</math>: 0,66 W/m<sup>2</sup> K</b>
<b>Transmitancia límite de suelos</b>	<b><math>U_{Slim}</math>: 0,49 W/m<sup>2</sup> K</b>
<b>Transmitancia límite de cubiertas</b>	<b><math>U_{Clim}</math>: 0,38 W/m<sup>2</sup> K</b>
<b>Factor solar modificado límite de lucernarios</b>	<b><math>F_{Lim}</math>: 0,28</b>

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim}$ W/m <sup>2</sup> K				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,8 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,46
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,8)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,48	0,30	0,43	0,32

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mm}$ , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,47 W/m<sup>2</sup>K se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D1, D2 y D3.

El conjunto de los parámetros característicos de los cerramientos que componen la envolvente térmica del edificio deberán cumplir con los valores límite establecidos en las tablas anterior.

	U	U máx	U media	U lím	CUMPLE
	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	
CE 1	0,27	0,86			
CE 2	0,26	0,86			
CE 3	0,50	0,86			
CE4	0,30	0,86			
CE5	0,42	0,86			
<b>CERRAMIENTOS EXTERIORES</b>			<b>0,35</b>	<b>0,66</b>	<b>sí</b>
CT 1	0,31	0,86			
<b>CERRAMIENTOS CONTACTO TERRENO</b>			<b>0,31</b>	<b>0,66</b>	<b>sí</b>
CN 1	0,33	0,86			
CN 2	0,65	0,86			
<b>CERRAMIENTOS CONTACTO NO HAB</b>			<b>0,49</b>	<b>0,66</b>	<b>sí</b>
MED 1	0,594	1			
MED 2	0,3	1			
<b>MEDIANERÍAS</b>			<b>0,44</b>	<b>0,66</b>	<b>sí</b>
CUB 1	0,38	0,49			
CUB 2	0,16	0,49			
CUB 3	0,39	0,49			
<b>CUBIERTAS</b>			<b>0,31</b>	<b>0,38</b>	<b>sí</b>
S1	0,46	0,86			
<b>SUELO CONTACTO TERRENO</b>			<b>0,46</b>	<b>0,49</b>	<b>sí</b>
HUECOS NE			<b>1,71</b>	<b>2,10</b>	<b>sí</b>
HUECOS SE			<b>1,62</b>	<b>3,20</b>	<b>sí</b>
HUECOS SO			<b>1,68</b>	<b>3,20</b>	<b>sí</b>
HUECOS NO			<b>1,55</b>	<b>2,10</b>	<b>sí</b>
HUECOS E			<b>1,09</b>	<b>2,50</b>	<b>sí</b>
HUECOS O			<b>1,10</b>	<b>2,50</b>	<b>sí</b>
HUECOS S			<b>0,98</b>	<b>3,20</b>	<b>sí</b>

## SECCIÓN HE 2 | RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

El edificio dispondrá 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 en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto* del edificio.

### - ÁMBITO DE APLICACIÓN

Instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria), destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas:

X	Es de aplicación el RITE dado que el edificio proyectado es de nueva construcción
	Es de aplicación el RITE dado que, a pesar de ser un edificio ya construido, se reforman las instalaciones térmicas de forma que ello supone una modificación del proyecto o memoria técnica original. En este caso la reforma en concreto se refiere a
	La incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria o la modificación de los existentes
	La sustitución por otro de diferentes características o ampliación del número de equipos generadores de calor o de frío
	El cambio del tipo de energía utilizada o la incorporación de energías renovables

## - INSTALACIONES PROYECTADAS

Documentación técnica

	La producción de A.C.S. en el edificio se realiza mediante calentadores instantáneos, calentadores acumuladores, termos eléctricos o sistemas solares compuestos por un único elemento prefabricado por lo que no es preceptiva la presentación de proyecto ni memoria técnica de diseño ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. La instalación se ejecutará según los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución
	La instalación térmica presenta una potencia térmica nominal $P < 5 \text{ kW}$ , por lo que no es preceptiva la presentación de proyecto ni memoria técnica de diseño ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. La instalación se ejecutará según los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.
	La instalación térmica presenta una potencia térmica nominal $5\text{kW} \leq P \leq 70\text{kW}$ , por lo que se redacta una MEMORIA TÉCNICA de diseño a partir de los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.
	Redactada por el autor del proyecto de ejecución
	Redactada por el instalador autorizado
X	La instalación térmica presenta una potencia térmica nominal $P > 70 \text{ kW}$ , por lo que es necesaria la redacción de un PROYECTO ESPECÍFICO PARA LAS INSTALACIONES TÉRMICAS. La instalación se ejecutará según los cálculos y planos recogidos en el proyecto específico de las instalaciones térmicas incluido en el presente proyecto de ejecución.

## - EXIGENCIAS TÉCNICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de tal forma que:

- Se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que sean aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente.
- Se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.
- Se prevenga y reduzca 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.

## SECCIÓN HE 3 | EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

### - Caracterización y cuantificación de las exigencias

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de *eficiencia energética de la instalación* VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Siendo:

P la potencia de la *lámpara* más el *equipo auxiliar* [W];

S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];

E<sub>m</sub> la *iluminancia media horizontal mantenida* [lux]

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla. Estos valores incluyen la *iluminación general* y la *iluminación de acento*, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y *zonas expositivas*.

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico <sup>(4)</sup>	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	4,0
	habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos <sup>(5)</sup>	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(9)</sup>	8
	hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(7)</sup>	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

#### **- Sistemas de control y regulación**

Las instalaciones de iluminación dispondrán, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

b) se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario.

#### **- Mantenimiento y conservación**

Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también tendrá en cuenta los sistemas de regulación y control situados en diferentes zonas.

## SECCIÓN HE 4 | CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

La contribución solar mínima determinada en aplicación de la exigencia básica, podrá disminuirse justificadamente en los siguientes casos:

- a) cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio;
- b) cuando el cumplimiento de este nivel de producción suponga sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable;
- c) cuando el emplazamiento del edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo;
- d) en rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable;
- e) en edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria;
- f) cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

El proyecto incluye una **instalación de placas solares en cubierta** que realiza el aporte solar mínimo de agua sanitaria. Su disposición y trazado puede ser consultado en los planos de proyecto I05-I08.

## SECCIÓN HE 5 | CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los edificios de los usos indicados en la tabla 1.1 incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de aplicación establecidos en dicha tabla.

**Tabla 1.1 Ámbito de aplicación**

<b>Tipo de uso</b>	<b>Límite de aplicación</b>
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

El presente edificio corresponde al uso PÚBLICA CONCURRENCIA y RESIDENCIAL PÚBLICO, no incluido en la tabla anterior, por lo que la sección HE 5 no es de aplicación.

## 4. PRESUPUESTO



# 1. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

## CAPÍTULO 4 | ALBAÑILERÍA

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
04.01	<b>m<sup>2</sup> Pared divisoria de cartón yeso 15+15/48/15+15</b>								
	Tabique autoportante de paneles de cartón yeso de la empresa KNAUF modelo W63 compuesto por perfilera de aluminio extruido de 48 m, con canales horizontales en suelo y techo y montantes verticales cada 60 cm, doble placa de yeso laminado de 15 mm atornilladas en ambas caras y aislante interior de lana de roca. Listo para pintar. Incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda perimetral estanca subadhesiva de polietileno reticulado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	<i>P0 museo</i>	1	2,24		3,25	7,28			
		1	4,80		3,25	15,60			
		1	1,90		3,25	6,17			
		3	3,17		3,25	10,30			
		1	10,65		3,25	34,61			
		2	7,83		3,25	25,45			
		1	3,28		3,25	10,66			
		1	2,41		3,25	7,83			
		3	3,30		3,25	10,73			
		1	15,48		3,25	50,31			
		2	4,82		3,25	15,67			
		1	3,67		3,25	11,93			
		1	28,86		3,25	93,80			
		4	3,60		3,25	11,70			
		3	2,07		3,25	6,73			
		1	8,42		3,25	27,37			
		1	5,72		3,25	18,59			
		2	2,88		3,25	9,36			
		1	6,74		3,25	21,91			
		5	3,42		3,25	11,12			
		1	9,80		3,25	31,85			
		1	6,68		3,25	21,71			
	<i>P1 museo</i>	3	2,12		3,30	7,00			
		1	9,76		3,30	32,21			
		1	3,50		3,30	11,55			
		1	3,86		3,30	12,74			
		1	7,62		3,30	25,15			
	<i>P2 museo</i>	3	2,12		3,46	7,34			
		1	9,76		3,46	33,77			
		1	3,50		3,46	12,11			
		3	5,10		3,46	17,65			
		1	5,70		3,46	19,72			
		2	2,93		3,46	10,14			
	<i>Residencia</i>	8	4,85		3,56	17,27			
		6	8,42		3,56	29,98			
		12	2,24		3,56	7,97			
		2	5,46		3,56	19,44			
							724,67	50,55	36.631,91

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
04.02	<b>m<sup>2</sup> Pared divisoria de cartón yeso-madera 15+15/48/20+20</b>								
	Tabique autoportante de la empresa KNAUF modelo W63 compuesto por perfilera de aluminio extruido de 48 m, con canales horizontales en suelo y techo y montantes verticales cada 60 cm y relleno aislante acústico de lana de roca. Revestimiento en cara interior de dos placas de yeso laminado de 15 mm atornilladas Cara exterior, rastrelado de madera de pino de 20x50 mm y lamas de madera de roble de 20 mm de espesor machihembradas y clipadas a los rastreles. Cara de yeso listo para pintar. Incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda perimetral estanca subadhesiva de polietileno reticulado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	<i>Salón de actos</i>	1	4,85		3,63				17,60
		2	0,60		3,63				4,35
		1	5,57		3,30				18,38
	<i>Talleres</i>	2	2,36		3,30				15,57
		2	0,70		3,30				4,62
		2	2,55		3,30				16,83
	<i>Residencia, P0</i>	1	5,40		3,18				17,17
		2	3,17		3,18				20,16
	<i>Residencia, talleres</i>	2	3,79		3,18				24,10
		4	0,70		3,18				8,90
		2	4,47		3,18				28,43
	<i>Residencia, habitaciones</i>	6	6,05		3,18				115,43
		12	1,95		3,18				74,41
	<i>Residencia, zonas estar</i>	2	3,36		3,18				21,37
		2	3,26		3,18				20,73
		2	1,36		3,18				8,65
							416,70	185,05	77.110,33

**04.03 m<sup>2</sup> Revestimiento de ladrillo y aislamiento de fachada 120/50**

Revestimiento exterior de estructura base de hormigón armado de espesor 30 cm al cual se fija una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido no hidrófilo tipo TOPOX MUR CW de 50 mm de espesor en paneles de gran formato machihembrados cara colocación en vertical y medio pie de ladrillo cerámico aplanillado gris de 250x120x40 mm tomado con mortero hidrófugo, con junta de 1 cm, rehundida, refuerzo de traba mediante armadura MURFOR de 100 mm. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

	<i>Volumen talleres</i>	1	53,32		7,82				416,96
		1	5,44		7,82				42,54
		1	8,19		11,50				94,18
	<i>Volumen vestíbulo-expo</i>	1	5,23		11,50				60,15
	<i>Volumen salón de actos</i>	1	2,90		3,60				10,44
		1	5,76		11,50				66,24
		1	8,60		11,50				98,90
		1	4,38		11,50				50,37
	<i>Muros acceso</i>	2	19,01		3,60				136,87
		1	31,27		3,60				112,57
							1089,23	69,24	75.418,09

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
04.04	<b>m<sup>2</sup> Fachada de doble hoja de ladrillo 120/50/120</b>								
	Fachada compuesta por dos hojas de ladrillo cerámico aplantillado gris de 250x120x40 mm tomado con mortero hidrófugo, con junta de 1 cm, rehundida, refuerzo de traba mediante armadura MURFOR de 100 mm e interposición de una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido tipo TOPOX MUR CW de 50 mm de espesor en paneles de gran formato machihembrados cara colocación en vertical. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	<i>Administración</i>	1	5,62		3,60		20,23		
		1	2,03		3,60		7,31		
	<i>Exposición permanente</i>	1	23,79		4,14		98,49		
	<i>Lucernario</i>	1	9,24		4,14		38,26		
		1	4,49		2,80		12,57		
							176,86	126,28	22.333,80

04.05	<b>m<sup>2</sup> Trasdosado de cartón-yeso 15+15/48</b>								
	Trasdosado autoportante de paneles de yeso laminado tipo KNAUF W63 compuesto por estructura de aluminio extruido de 48 mm, con canales horizontales en suelo y techo y montantes verticales cada 60 cm, doble placa de yeso laminado de 15 mm en cara vista atornillada, interposición de aislante acústico de lana de roca de 40 mm entre bastidores. Listo para pintar. Incluso replanteo, preparación, corte y colocación de placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, banda perimetral estanca autoadhesiva de polietileno reticulado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	<i>Aseos</i>	1	18,54		3,30		61,18		
		1	3,57		3,30		11,78		
	<i>Climatización</i>	1	3,08		3,30		10,16		
		1	5,58		3,30		18,41		
		1	4,49		3,30		14,82		
	<i>Almacenes-residencia</i>	1	50,72		15,55		788,70		
		1	32,59		15,55		506,77		
		2	5,36		15,55		166,69		
		1	20,39		15,55		317,06		
		1	17,75		15,55		276,01		
	<i>Exposición permanente</i>	1	12,83		3,46		44,39		
		1	8,60		3,46		29,76		
		1	18,89		3,46		65,35		
		1	27,00		3,46		93,42		
		2	5,10		3,46		35,29		
							2439,82	31,81	77.610,67

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
04.06	<b>m<sup>2</sup> Revestimiento de panel madera-cemento 19 mm</b> Revestimiento ligero formado por subestructura de perfiles de aluminio extruido cada 60 cm recibidos con tornillería a muros de contención de edificio contiguo; panel tipo VIROC de madera-cemento, acabado unsanded black de 2600x1250x19 mm anclado a perfilaría mediante clips ocultos en acanaladuras verticales, aislamiento de poliestireno extruido de 40 mm entre bastidores. Incluso subestructura de montaje de aluminio. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso limpieza, retirada de restos y traslado a vertedero.								
	<i>Exposición temporal</i>	1	29,75		3,30			98,17	
		1	7,48		3,30			24,68	
		1	1,28		3,30			4,22	
		1	35,77		3,30			118,04	
		1	6,73		3,30			22,21	
		1	9,86		3,30			32,54	
		1	6,57		3,30			21,68	
							321,55	66,96	21.530,98
04.07	<b>m<sup>2</sup> Alicatado cerámico 3 mm</b> Alicatado de paredes mediante baldosa cerámica de la serie OXO modelo SCALA BLANCO, de 316x900x3 mm. Recibido con mortero-cola adhesivo sobre enfoscado maestreado con juntas de 2mm. Incluso preparación de paramentos, cortes de piezas, realización de taladros para paso de instalaciones y sujeción de sanitarios, rejuntado y limpieza. Medido deduciendo huecos >0,2 m <sup>2</sup> .								
	<i>Aseo masculino</i>	1	2,51		3,30			8,28	
	<i>Aseo femenino</i>	1	2,51		3,30			8,28	
							16,56	66,75	1.105,38
04.08	<b>m<sup>2</sup> Revestimiento de lamas de madera de roble junta abierta 20 mm</b> Revestimiento de paramentos verticales de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x20mm, clipadas en horizontal sobre rastreles de madera de pino de 50x20 mm recibidos sobre pared y junta abierta para control acústico por interposición de aislamiento de lana de roca en su interior. Incluso lijados y tratamiento superficial de acabado ignífugo mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado mate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	<i>Salón de actos</i>	1	25,80		7,46			192,47	
	<i>Aseo femenino</i>	1	5,66		7,46			42,23	
							234,69	127,45	29.911,99

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
04.09	<b>m<sup>2</sup> Revestimiento de lamas de madera de roble junta cerrada 20 mm</b> Revestimiento de paramentos verticales de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x20mm, clipadas en horizontal sobre rastreles de madera de pino de 50x20 mm recibidos sobre pared. Incluso lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado mate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado. Interposición de aislamiento acústico de lana de roca entre rastreles. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	<i>Biblioteca</i>	2	10,86		3,30			71,66	
		2	12,30		3,50			86,10	
		2	4,85		3,30			32,00	
	<i>Talleres</i>	2	4,86		3,30			32,08	
		2	12,53		3,50			87,71	
							309,55	127,45	39.452,15

**04.10 m<sup>2</sup> Enlucido de yeso 3 mm**  
Enlucido continuo de yeso de aplicación en capa fina C6 sobre superficie previamente guarnecida, acabado liso blanco.

	<i>Salón de actos</i>	1	6,68		3,30			22,04	
	<i>Vestíbulo P0</i>	1	23,21		3,30			76,59	
		2	10,40		3,30			68,64	
	<i>Núcleo comunicaciones</i>	2	5,30		11,50			121,90	
		1	3,27		11,50			37,60	
	<i>Muro escalera biblioteca</i>	2	2,14		7,36			31,50	
	<i>Escalera emergencia</i>	1	5,66		7,36			41,66	
		2	3,00		7,36			44,16	
							444,10	1,90	843,79

**TOTAL CAPÍTULO 4 490.647,85**

## CAPÍTULO 5 | PAVIMENTOS

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
05.01	<b>m<sup>2</sup> Parquet encolado de lamas de madera maciza de roble 200x14 mm</b> Parquet de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x14mm, machihembradas, encoladas sobre capa de mortero autonivelante de 7 cm e instalación de suelo radiante. Encuentro en los bordes sin rodapié interponiendo junta elástica de neopreno de 2mm y perfil metálico en L atornillado. Incluso acuchillado, lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado semimate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado.								
	Salón de actos	1	217,86					217,86	
	Exposición temporal	1	432,51					432,51	
	Sala de lectura biblioteca	1	216,07					216,07	
	Exposición permanente	1	441,84					441,84	
							1.308,28	134,50	175.963,6

05.02	<b>m<sup>2</sup> Parquet flotante de lamas de madera maciza de roble 200x14 mm</b> Parquet de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x14mm, machihembradas, colocada pegada y atornillada sobre entablado base de tablero de DM ignifugo e hidrófugo de 14mm, colocado sobre rastreles de pino recibidos sobre forjado de 100x50mm. Formación de cámara de aire de 10 cm para paso de instalaciones entre rastreles. Incluso acuchillado, lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado semimate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado.								
	Residencia, P0	1	148,46					148,46	
	Residencia, habitaciones	6	26,54					159,24	
	Residencia, vestíbulo	2	113,42					226,84	
	Residencia, estar común	2	62,1					124,20	
							958,74	131,20	128.950,53

05.03	<b>m<sup>2</sup> Pavimento continuo de mortero autonivelante y resina</b> Pavimento continuo de mortero autonivelante de espesor 10 cm extendido sobre base estructural e instalación de suelo radiante, contenido en extremos mediante perfil metálico en L. Colocación intermedia de malla de fibra de vidrio plana y flexible para evitar fisuras. Acabado superficial de resina epoxi. Incluso ejecución de juntas a replantear en obra. Totalmente acabado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.								
	Vestíbulo P0	1	111,91					111,91	
	Administración	1	135,87					135,87	
	Almacenes	1	499,91					499,91	
	Instalaciones	1	163,87					163,87	
	Aseos	1	47,73					47,73	
	Camerino	1	10,56					10,56	

Código	Descripción	Uds	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Cantidad	Precio	Importe
	Biblioteca, consulta	2	89,78			179,56			
	Vestíbulo-cafetería	1	212,05			212,05			
	Acceso P1	1	36,14			36,14			
	Núcleo comunicaciones	2	35,89			71,78			
	Talleres	2	54,10			108,20			
		2	4,50			9,00			
		2	13,26			26,52			
		2	65,34			130,68			
		2	6,05			12,10			
	Control salón de actos	1	28,28			28,28			
		1	18,96			18,96			
	Escalera evacuación	2	23,16			46,32			
	Residencia, talleres P1	1	103,82			103,82			
	Talleres P2-P3	2	77,32			154,64			
	Conserjería e instalaciones	1	14,58			14,58			
		3	9,30			27,90			
							2.269,18	38,07	86.387,68

**05.04 m<sup>2</sup> Pavimento continuo de hormigón fratasado liso**

Pavimento de hormigón H-25 en masa de espesor 10 cm. Incluso ejecución de juntas a replantear en obra. Acabado superficial con fratasado mecánico y arena de cuarzo coloreada en gris. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

	Acceso P0	1	104,04			104,04			
	Acceso y descarga vehículo	1	127,35			127,35			
	Acceso residencia y evac.	1	66,84			66,84			
	Plataforma acceso claustro	1	123,70			123,70			
							421,93	26,58	11.214,89

**05.05 m<sup>2</sup> Piedra basáltica apomazada**

Solado con baldosas de piedra basáltica natural de dimensiones 400x200x30 mm y acabado apomazado. Recibidas con mortero de cemento M-40 (1:6), previa imprimación adherente en cara no vista. Incluso asiento y nivelación con cama de arena de 10 cm de espesor y limpieza de la superficie. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

	Claustro peatonal	1	536,35			536,35			
		1	26,74			26,74			
	Pórtico residencia	1	89,72			89,72			
	Banda acceso talleres	11	60,08			60,08			
							712,89	54,80	39.066,37

**TOTAL CAPÍTULO 5 441.583,07**



## 2. PRECIOS DESCOMPUESTOS

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>CAPÍTULO 4 ALBAÑILERÍA</b>					
<b>04.01</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Pared divisoria de cartón yeso 15+15/48/15+15</b>			
		Tabique autoportante de paneles de cartón yeso de la empresa KNAUF modelo W63 compuesto por perfilera de aluminio extruido de 48 m, con canales horizontales en suelo y techo y montantes verticales cada 60 cm, doble placa de yeso laminado de 15 mm atornilladas en ambas caras y aislante interior de lana de roca. Listo para pintar. Incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda perimetral estanca subadhesiva de polietileno reticulado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P1838	M2	Placa yeso c/fv e-15 mm.	6,05	25,41	
P1833	Kg	Pasta junta plc. yeso s/cinta	1,00	0,50	
P1834	Kg	Pasta ayuda panel yeso	0,84	0,42	
P1975	ML	Canal aluminio extruido 48x40x0.6 mm	1,13	0,85	
P1976	ML	Montante aluminio extruido 46x46x0.6 mm	1,14	2,05	
P1633	M2	Panel lana de roca P-3 40 mm	2,85	2,99	
P0118	Ud	Pequeño material	0,15	0,23	
P0101	H	Oficial de primera	18,88	8,50	
P0105	H	Peón ordinario	18,06	8,13	
	%	Costes indirectos	49,10	1,47	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>50,55</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de CINCUENTA euros con CINCUENTA Y CINCO céntimos

<b>04.02</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup> Pared divisoria de cartón yeso-madera 15+15/48/20+20</b>			
		Tabique autoportante de la empresa KNAUF modelo W63 compuesto por perfilera de aluminio extruido de 48 m, con canales horizontales en suelo y techo y montantes verticales cada 60 cm y relleno aislante acústico de lana de roca. Revestimiento en cara interior de dos placas de yeso laminado de 15 mm atornilladas Cara exterior, rastrelado de madera de pino de 20x50 mm y lamas de madera de roble de 20 mm de espesor machihembradas y clipadas a los rastreles. Cara de yeso listo para pintar. Incluso replanteo, preparación, corte y colocación de las placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, acabado de juntas, banda perimetral estanca subadhesiva de polietileno reticulado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P1838	M2	Placa yeso c/fv e-15 mm.	6,05	25,41	
P1833	Kg	Pasta junta plc. yeso s/cinta	1,00	0,50	
P1834	Kg	Pasta ayuda panel yeso	0,84	0,42	
P1975	ML	Canal aluminio extruido 48x40x0.6 mm	1,13	0,85	
P1976	ML	Montante aluminio extruido 46x46x0.6 mm	1,14	2,05	
P1633	M2	Panel lana de roca P-3 40 mm	2,85	2,99	
P2090	M2	Tarima maciza roble 200x20 mm	67,40	67,40	
P2021	M2	Tableado madera pino 50x20mm	18,56	18,56	
P1638	M2	Panel semirrig. Lana de roca fieltro 40 mm	3,15	3,15	
P2444	L	Aceite nat. nadera	45,50	11,38	
P0111	L	Aceite nat. Acabado madera paramentos	37,60	3,01	
P0118	Ud	Pequeño material	0,15	0,23	

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
P0101	H	Oficial de primera	18,88	8,50	
P0105	H	Peón ordinario	18,06	8,13	
P0382	H	Oficial 1ª Carpintería	1,500	9,00	
	%	Costes indirectos	130,60	3,92	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>185,05</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de CIENTO OCHENTA Y CINCO euros con CINCO céntimos

**04.03 m<sup>2</sup> Revestimiento de ladrillo y aislamiento de fachada 120/50**  
 Revestimiento exterior de estructura base de hormigón armado de espesor 30 cm al cual se fija una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido no hidrófilo tipo TOPOX MUR CW de 50 mm de espesor en paneles de gran formato machihembrados cara colocación en vertical y medio pie de ladrillo cerámico aplantillado gris de 250x120x40 mm tomado con mortero hidrófugo, con junta de 1 cm, rehundida, refuerzo de traba mediante armadura MURFOR de 100 mm. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

P6538	Ud	Ladrillo cerámico aplantillado, color gris, acabado liso, 250x120x40mm	0,29	19,79	
P6593	M3	Agua	1,50	0,01	
P4826	t	Mortero industrial, de cemento, gris, cat. M-7,5, suministro a granel	30,30	1,39	
P7265	Ud	Armadura en tendel MURFOR RND. 4/Z, Ø4mm, ancho 100mm	3,28	1,08	
P0275	Ud	Anclaje a forjado elementos acero inox. Perfiles angulares soporte hoja	5,00	5,00	
P8486	M2	Panel rígido de poliestireno extruido, e=50 mm, machihembrado	5,60	5,88	
P0573	H	Mezclador continuo con silo, mortero industrial en seco, suministr. granel	0,15	0,23	
P9826	H	Oficial de primera construcción en trabajos de albañilería	17,24	17,38	
P9673	H	Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería	15,92	8,98	
	%	Medios auxiliares	54,85	1,65	
	%	Costes indirectos	56,50	1,70	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>69,24</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de SESENTA Y NUEVE euros con VEINTICUATRO céntimos

**04.04 m<sup>2</sup> Fachada de doble hoja de ladrillo 120/50/120**  
 Fachada compuesta por dos hojas de ladrillo cerámico aplantillado gris de 250x120x40 mm tomado con mortero hidrófugo, con junta de 1 cm, rehundida, refuerzo de traba mediante armadura MURFOR de 100 mm e interposición de una capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido tipo TOPOX MUR CW de 50 mm de espesor en paneles de gran formato machihembrados cara colocación en vertical. Hoja interior para revestir. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

P6538	Ud	Ladrillo cerámico aplantillado, color gris, acabado liso, 250x120x40mm	2,09	39,52	
P6593	M3	Agua	1,50	0,01	
P4826	t	Mortero industrial, de cemento, gris, cat. M-7,5, suministro a granel	30,30	1,39	
P7265	Ud	Armadura en tendel MURFOR RND. 4/Z, Ø4mm, ancho 100mm	3,28	1,08	
P0275	Ud	Anclaje a forjado elementos acero inox. Perfiles angulares soporte hoja	5,00	5,00	
P8486	M2	Panel rígido de poliestireno extruido, e=50 mm, machihembrado	5,60	5,88	
P8463	M3	Pasta de yeso de construcción B1	78,89	0,08	
P0573	H	Mezclador continuo con silo, mortero industrial en seco, suministr. granel	0,15	0,23	
P9826	H	Oficial de primera construcción en trabajos de albañilería	17,24	34,76	
P9673	H	Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería	15,92	17,96	
	%	Medios auxiliares	54,85	1,65	
	%	Costes indirectos	56,50	1,70	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>126,28</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de CIENTO VEINTISÉIS euros con VEINTIOCHO céntimos

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>04.05</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Trasdosado de cartón-yeso 15+15/48</b>			
		Trasdosado autoportante de paneles de yeso laminado tipo KNAUF W63 compuesto por estructura de aluminio extruido de 48 mm, con canales horizontales en suelo y techo y montantes verticales cada 60 cm, doble placa de yeso laminado de 15 mm en cara vista atornillada, interposición de aislante acústico de lana de roca de 40 mm entre bastidores. Listo para pintar. Incluso replanteo, preparación, corte y colocación de placas y estructura soporte, nivelación y aplomado, formación de premarcos, ejecución de ángulos y paso de instalaciones, banda perimetral estanca autoadhesiva de polietileno reticulado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P1838	M2	Placa yeso c/fv e-15mm	6,05	13,31	
P1833	Kg	Pasta junta plc. yeso s/cinta	1,00	0,20	
P1834	Kg	Pasta ayuda panel yeso	0,84	0,17	
P1975	ML	Canal aluminio extruido 48x40x0,6mm	1,13	0,85	
P0275	ML	Montante aluminio extruido 46x46x0,6mm	1,14	2,05	
P1633	M2	Panel lana de roca P-3 40mm	2,85	2,99	
P1634	ML	Cinta estanca polietileno reticulado 3mm	0,18	0,15	
P0118	Ud	Pequeño material	0,15	0,08	
P0101	H	Oficial de primera	18,88	5,66	
P9673	H	Peón ordinario	18,06	5,42	
	%	Costes indirectos	30,90	0,93	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>31,81</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de TREINTA Y UN euros con OCHENTA Y UN céntimos

<b>04.06</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Revestimiento de panel madera-cemento 19 mm</b>			
		Revestimiento ligero formado por subestructura de perfiles de aluminio extruido cada 60 cm recibidos con tornillería a muros de contención de edificio contiguo; panel tipo VIROC de madera-cemento, acabado unsanded black de 2600x1250x19 mm anclado a perfilera mediante clips ocultos en acanaladuras verticales, aislamiento de poliestireno extruido de 40 mm entre bastidores. Incluso subestructura de montaje de aluminio. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso limpieza, retirada de restos y traslado a vertedero.			
P2037	M2	Panel madera-cemento tipo VIROC 2600x1250x19mm, unsanded black	24,60	25,83	
P1935	Kg	Perfilería acero laminado galvanizado	1,38	11,87	
P1618	M2	Poliestireno extruido 40 mm 15Kg. 0,029K	2,60	2,73	
P0118	Ud	Pequeño material	0,15	0,15	
P0101	H	Oficial de primera	18,88	7,55	
P0105	H	Peón ordinario	18,06	7,22	
P0111	H	Medios auxiliares	17,57	9,66	
	%	Costes indirectos	65,00	1,95	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>66,96</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de SESENTA Y SEIS euros con NOVENTA Y SEIS céntimos

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>04.07</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Alicatado cerámico 3 mm</b> Alicatado de paredes mediante baldosa cerámica de la serie OXO modelo SCALA BLANCO, de 316x900x3 mm. Recibido con mortero-cola adhesivo sobre enfoscado maestreado con juntas de 2mm. Incluso preparación de paramentos, cortes de piezas, realización de taladros para paso de instalaciones y sujeción de sanitarios, rejuntado y limpieza. Medido deduciendo huecos >0,2 m <sup>2</sup> .			
P1807	M2	Baldosa cerámica OXO SCALA BLANCO 316,900,3mm	50,71	53,25	
P0215	Kg	Adhesivo alicatados	0,40	0,90	
P0121	M3	Lechada colorante cemento	268,07	1,34	
P0101	H	Oficial de primera	18,88	6,61	
P0105	H	Peón ordinario	18,06	2,71	
	%	Costes indirectos	64,80	1,94	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>66,75</b>

Asciede el precio de la partida mencionada a la cantidad de SESENTA Y SEIS euros con SETENTA Y CINCO céntimos

<b>04.08</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Revestimiento de lamas de madera de roble junta abierta 20 mm</b> Revestimiento de paramentos verticales de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x20mm, clipadas en horizontal sobre rastreles de madera de pino de 50x20 mm recibidos sobre pared y junta abierta para control acústico por interposición de aislamiento de lana de roca en su interior. Incluso lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado mate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P2090	M2	Tarima maciza roble 140x22mm	67,40	67,40	
P2021	M2	Tableado madera pino 50x20mm	18,56	18,56	
P1636	M2	Panel semirrig. Lana de roca fieltro 40 mm	3,15	3,15	
P7265	Ud	Pequeño material	0,15	0,30	
P2443	L	Aceite natural B1 madera	45,50	11,38	
P2444	L	Aceite natural acabado madera paramentos	37,60	3,01	
P0573	H	Oficial 1ª carpintería	17,57	10,54	
P0112	H	Ayudante carpintería	15,00	9,00	
P0114	H	Oficial 1ª pintura	15,92	3,19	
	%	Costes indirectos	130,60	3,92	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>134,50</b>

Asciede el precio de la partida mencionada a la cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO euros con CINCUENTA céntimos

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>04.09</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Revestimiento de lamas de madera de roble junta cerrada 20 mm</b> Revestimiento de paramentos verticales de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x20mm, clipadas en horizontal sobre rastreles de madera de pino de 50x20 mm recibidos sobre pared. Incluso lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado mate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado. Interposición de aislamiento acústico de lana de roca entre rastreles. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P2090	M2	Tarima maciza roble 140x22mm	67,40	67,40	
P2021	M2	Tableado madera pino 50x20mm	18,56	18,56	
P1636	M2	Panel semirrig. Lana de roca fieltro 40 mm	3,15	3,15	
P7265	Ud	Pequeño material	0,15	0,30	
P2443	L	Aceite natural B1 madera	45,50	11,38	
P2444	L	Aceite natural acabado madera paramentos	37,60	3,01	
P0573	H	Oficial 1ª carpintería	17,57	10,54	
P0112	H	Ayudante carpintería	15,00	9,00	
P0114	H	Oficial 1ª pintura	15,92	3,19	
	%	Costes indirectos	130,60	3,92	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>134,50</b>

Asciede el precio de la partida mencionada a la cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO euros con CINCUENTA céntimos

<b>04.10</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Enlucido de yeso 3 mm</b> Enlucido continuo de yeso de aplicación en capa fina C6 sobre superficie previamente guarnecida, acabado liso blanco.			
P2593	M3	Pasta de yeso para aplicación en capa fina C6	88,58	0,27	
P0105	H	Oficial 1ª yesero	17,24	0,91	
P0606	H	Ayudante yesero	16,13	0,44	
P0114	H	Medios auxiliares	1,62	0,03	
	%	Costes indirectos	1,65	0,05	
<b>TOTAL PARTIDA</b>					<b>1,90</b>

Asciede el precio de la partida mencionada a la cantidad de UN euro con NOVENTA céntimos

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
--------	----	-------------	--------	----------	---------

## CAPÍTULO 5 PAVIMENTOS

<b>05.01</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Parquet encolado de lamas de madera maciza de roble 200x14 mm</b> Parquet de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x14mm, machihembradas, encoladas sobre capa de mortero autonivelante de 7 cm e instalación de suelo radiante. Encuentro en los bordes sin rodapié interponiendo junta elástica de neopreno de 2mm y perfil metálico en L atornillado. Incluso acuchillado, lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado semimate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado.			
P2090	M2	Tarima maciza roble 140x22mm	67,40	67,40	
P2021	M2	Adhesivo tipo D-3 (antihumedad)	1,59	0,08	
P7265	Ud	Pequeño material	0,15	0,30	
P6402	Kg	Mortero nivelador de suelos CT- C20, compuesto de cementos especiales, áridos seleccionados ara espesores hasta 100 mm	0,92	3,68	
P0936	ML	Perfil metálico acero acabado corten en L 100x100 mm	24,13	24,13	
P2443	L	Aceite natural B1 madera	45,50	11,38	
P2444	L	Aceite natural acabado madera paramentos	37,60	3,01	
P0573	H	Oficial 1ª instalador de pavimentos madera	17,57	10,54	
P0112	H	Ayudante instalador de pavimentos madera	15,00	9,00	
P0114	H	Oficial 1ª pintura	15,92	3,19	
	%	Costes indirectos	130,60	3,92	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>131,20</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de CIENTO TREINTA Y UN euros con VEINTE céntimos

<b>05.02</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Parquet flotante de lamas de madera maciza de roble 200x14 mm</b> Parquet de madera natural compuesto por lamas macizas de ROBLE 2000x200x14mm, machihembradas, colocada pegada y atornillada sobre entablado base de tablero de DM ignífugo e hidrófugo de 14mm, colocado sobre rastreles de pino recibidos sobre forjado de 100x50mm. Formación de cámara de aire de 10 cm para paso de instalaciones entre rastreles. Incluso acuchillado, lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite base Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado semimate. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado.			
P2090	M2	Tarima maciza roble 140x22mm	67,40	67,40	
P2021	M2	Tableado madera pino 100x50mm	18,56	18,56	
P1636	M2	Tablero de DM ignífugo e hidrófugo	5,80	5,80	
P7265	Ud	Pequeño material	0,15	0,30	
P2443	L	Aceite natural B1 madera	45,50	11,38	
P2444	L	Aceite natural acabado madera paramentos	37,60	3,01	
P0573	H	Oficial 1ª carpintería	17,57	10,54	
P0112	H	Ayudante carpintería	15,00	9,00	
P0114	H	Oficial 1ª pintura	15,92	3,19	
	%	Costes indirectos	130,60	3,92	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>		<b>134,50</b>

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO euros con CINCUENTA céntimos

Código	Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
<b>05.03</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Pavimento continuo de mortero autonivelante y resina</b> Pavimento continuo de mortero autonivelante de espesor 10 cm extendido sobre base estructural e instalación de suelo radiante, contenido en extremos mediante perfil metálico en L. Colocación intermedia de malla de fibra de vidrio plana y flexible para evitar fisuras. Acabado superficial de resina epoxi. Incluso ejecución de juntas a replantear en obra. Totalmente acabado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P6590	M2	Mortero nivelador de suelos CT- C20, compuesto de cementos especiales, áridos seleccionados ara espesores hasta 100 mm	0,92	3,68	
		Mezcladora-bombeadora para morteros autonivelantes	10,18	0,81	
P8573	H	Malla de fibra de vidrio plana y flexible, de 1x50m	0,93	0,93	
P2021	M2	Pintura bicomponente a base de resinas acrílico-epoxi	12,29	9,09	
P0573	H	Oficial 1ª construcción	17,24	6,10	
P0112	H	Ayudante construcción	16,13	6,52	
P0114	H	Peón ordinario construcción	15,92	6,43	
	%	Costes indirectos			
			130,60	3,92	
TOTAL PARTIDA					38,07

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de TREINTA Y OCHO euros con SIETE céntimos

<b>05.04</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup> Pavimento continuo de hormigón fratasado liso</b> Pavimento de hormigón H-25 en masa de espesor 10 cm. Incluso ejecución de juntas a replantear en obra. Acabado superficial con fratasado mecánico y arena de cuarzo coloreada en gris. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P2090	M3	Hormigón H25/B/20/Ila C.PI.prep.	55,10	4,96	
P2021	M2	Fratasado mecánico incl./cort.	1,56	1,56	
P1636	M2	Acabado superficial cem+arena de cuarzo	1,80	1,80	
P7265	Ud	Pequeño material	0,15	0,30	
P0573	H	Oficial 1ª	18,88	7,55	
P0114	H	Peón especial	18,37	7,35	
	%	Costes indirectos			
			25,80	2,77	
TOTAL PARTIDA					26,58

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de VEINTISÉIS euros con CINCUENTA Y OCHO céntimos

<b>05.05</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Piedra basáltica apomazada</b> Solado con baldosas de piedra basáltica natural de dimensiones 400x200x30 mm y acabado apomazado. Recibidas con mortero de cemento M-40 (1:6), previa imprimación adherente en cara no vista. Incluso asiento y nivelación con cama de arena de 10 cm de espesor y limpieza de la superficie. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.			
P2090	Tm	Arena fina 0/3 lavada	5,10	0,16	
P2021	M3	Mortero prep. Cemento III/A-P32.5 R 1:6	54,50	1,09	
P1636	M3	Lechada colorante cemento	268,07	0,27	
P7265	M2	Baldosa piedra basáltica 400x200x30	29,71	31,20	
P2443	M2	Acabado apomazado piedra natur.	9,40	9,40	
P0573	H	Oficial de primera	18,88	5,66	
P0112	H	Peón ordinario	18,06	5,42	
	%	Costes indirectos			
			53,20	1,60	
TOTAL PARTIDA					54,80

Asciende el precio de la partida mencionada a la cantidad de CINCUENTA Y TRES euros con OCHENTA céntimos



### 3. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1	EXCAVACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	3%	49.064,78
CAPÍTULO 2	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	34%	1.668.202,52
CAPÍTULO 3	IMPERMEABILIZACIÓN - SANEAMIENTO	1%	49.064,78
CAPÍTULO 4	ALBAÑILERÍA	10%	490.647,85
CAPÍTULO 5	PAVIMENTOS	9%	441.583,07
CAPÍTULO 6	CARPINTERÍAS DE ACERO - CERRAJERÍA	9%	441.583,07
CAPÍTULO 7	CARPINTERÍA DE MADERA	6%	294.388,68
CAPÍTULO 8	FONTANERÍA Y ACS	3%	147.194,34
CAPÍTULO 9	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y VOZ-DATOS	9%	441.583,02
CAPÍTULO 10	INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	10%	490.647,85
CAPÍTULO 11	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	1,5%	73.597,17
CAPÍTULO 12	VIDRIOS	1%	49.064,78
CAPÍTULO 13	PINTURAS Y REVOCOS	1%	49.064,78
CAPÍTULO 14	VARIOS Y EQUIPAMIENTO	1%	49.064,78
CAPÍTULO 15	CONTROL DE CALIDAD	0,5%	24.532,39
CAPÍTULO 16	SEGURIDAD Y SALUD	1%	49.064,78
<b>Presupuesto de Ejecución Material TOTAL, P.E.M.</b>			<b>4.906.478,55</b>
Superficie construida cerrada			4612,10 m <sup>2</sup>
Precio/m <sup>2</sup> cerrado			1063,82 €/ m <sup>2</sup>
Presupuesto de Ejecución Material EDIFICACIÓN			4.857.413,77 €
Seguridad y salud			49.064,78 €
<b>P.E.M.</b>			<b>4.906.478,55 €</b>
Gastos Generales + Beneficio Industrial 10% sobre P.E.M			490.647,85 €
<b>PRECIO TOTAL DE LA OBRA</b>			<b>5.397.126,40 €</b>
I.V.A. 21%			1.133.396,54 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA. P.E.C.</b>			<b>6.530.522,94 €</b>

Asciende el presente Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES NOVECIENTOS SEIS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

ZARAGOZA, ABRIL 2015.

LA ARQUITECTO,



## 5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



## UNIDAD DE OBRA 04.01: PARED DIVISORIA DE CARTÓN YESO 15+15/48/15+15

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Todo elemento metálico que esté en contacto con el panel estará protegido contra la corrosión. Las tuberías que discurran entre paneles estarán debidamente aisladas para evitar condensaciones.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de tabique múltiple sistema W63 "KNAUF" autoportante, de 108 mm de espesor total, sobre banda perimetral estanca subadhesiva de polietileno reticulado, colocada en la base del tabique, formado por una estructura simple de perfiles de aluminio extruido de 48 mm de ancho, a base de montantes (elementos verticales) separados 600 mm entre ellos, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales) a cada lado del cual se atornillan cuatro placas en total (dos placas tipo Standard (A) en cada cara, de 15 mm de espesor cada placa); aislamiento acústico mediante panel semirrígido de lana de roca, espesor 40 mm, en el alma. Incluso p/p de replanteo de la perfilera, zonas de paso y huecos; colocación en todo su perímetro de cintas o bandas estancas, en la superficie de apoyo o contacto de la perfilera con los paramentos; anclajes de canales y montantes metálicos; corte y fijación de las placas mediante tornillería; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para imprimir, pintar o revestir.

### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje:

- CTE. DB HE Ahorro de energía.
- UNE 102043. Montaje de los sistemas constructivos con placa de yeso laminado (PYL). Tabiques, trasdosados y techos. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.
- NTE-PTP. Particiones: Tabiques de placas y paneles.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. para huecos de superficie mayor o igual a 5 m<sup>2</sup> e inferior o igual a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá todo el hueco.

## CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

### DEL SOPORTE.

Antes de iniciar los trabajos, se comprobará que están terminadas la estructura, la cubierta y la fachada. La superficie horizontal de asiento de las placas debe estar nivelada y el solado, a ser posible, colocado y terminado, salvo cuando el solado pueda resultar dañado durante los trabajos de montaje; en este caso, deberá estar terminada su base de asiento. Los techos de la obra estarán acabados, siendo necesario que la superficie inferior del forjado quede revestida si no se van a realizar falsos techos. Las instalaciones, tanto de fontanería y calefacción como de electricidad, deberán encontrarse con las tomas de planta en espera, para su distribución posterior por el interior de los tabiques. Los conductos de ventilación y las bajantes estarán colocados.

### PROCESO DE EJECUCIÓN

#### FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado en el forjado inferior y en el superior de los tabiques a realizar. Colocación de banda de estanqueidad y canales inferiores, sobre solado terminado o base de asiento. Colocación de banda de estanqueidad y canales superiores, bajo forjados. Colocación y fijación de los montantes sobre los elementos horizontales. Colocación de las placas para el cierre de una de las caras del tabique, mediante fijaciones mecánicas. Colocación de los paneles de lana de roca entre los montantes. Cierre de la segunda cara con placas, mediante fijaciones mecánicas. Replanteo de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, y posterior perforación de las placas. Tratamiento de las juntas entre placas. Recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto quedará monolítico, estable frente a esfuerzos horizontales, plano, de aspecto uniforme, aplomado y sin defectos.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes. Se evitarán las humedades y la colocación de elementos pesados sobre los paneles.

## CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Para huecos de superficie mayor o igual a 5 m<sup>2</sup> e inferior o igual a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá todo el hueco.

## UNIDAD DE OBRA 04.02: PARED DIVISORIA DE CARTÓN YESO-MADERA 15+15/48/20+20

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Todo elemento metálico que esté en contacto con el panel estará protegido contra la corrosión. Las tuberías que discurran entre paneles estarán debidamente aisladas para evitar condensaciones.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de tabique múltiple sistema W63 "KNAUF" autoportante, de 118 mm de espesor total, sobre banda perimetral estanca subadhesiva de polietileno reticulado, colocada en la base del tabique, formado por una estructura simple de perfiles de aluminio extruido de 48 mm de ancho, a base de montantes (elementos verticales) separados 600 mm entre ellos, con disposición normal "N" y canales (elementos horizontales) en la cara interior se atomillan dos tipo Standard A, de 15 mm de espesor cada placa; aislamiento acústico mediante panel semirrígido de lana de roca, espesor 40 mm, en el alma. Cara exterior rastrelado de madera de pino de 20x50 mm y lamas de madera de roble de 20 mm de espesor machihembradas y clipadas a los rastreles. Incluso p/p de replanteo de la perfilaría, zonas de paso y huecos; colocación en todo su perímetro de cintas o bandas estancas, en la superficie de apoyo o contacto de la perfilaría con los paramentos; anclajes de canales y montantes metálicos; corte y fijación de las placas mediante tornillería; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para pintar en su cara interior.

## NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje:

- CTE. DB HE Ahorro de energía.
- UNE 102043. Montaje de los sistemas constructivos con placa de yeso laminado (PYL). Tabiques,

trasdosados y techos. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.

- NTE-PTP. Particiones: Tabiques de placas y paneles.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.

Para huecos de superficie mayor o igual a 5 m<sup>2</sup> e inferior o igual a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá todo el hueco.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Antes de iniciar los trabajos, se comprobará que están terminadas la estructura, la cubierta y la fachada. La superficie horizontal de asiento de las placas debe estar nivelada y el solado, a ser posible, colocado y terminado, salvo cuando el solado pueda resultar dañado durante los trabajos de montaje; en este caso, deberá estar terminada su base de asiento. Los techos de la obra estarán acabados, siendo necesario que la superficie inferior del forjado quede revestida si no se van a realizar falsos techos. Las instalaciones, tanto de fontanería y calefacción como de electricidad, deberán encontrarse con las tomas de planta en espera, para su distribución posterior por el interior de los tabiques. Los conductos de ventilación y las bajantes estarán colocados.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado en el forjado inferior y en el superior de los tabiques a realizar. Colocación de banda de estanqueidad y canales inferiores, sobre solado terminado o base de asiento. Colocación de banda de estanqueidad y canales superiores, bajo forjados. Colocación y fijación de los montantes sobre los elementos horizontales. Colocación de las placas para el cierre de una de las caras del tabique, mediante fijaciones mecánicas. Colocación de los paneles de lana de roca entre los montantes. Cierre de la segunda cara con placas, mediante fijaciones mecánicas. Replanteo de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, y posterior perforación de las placas. Tratamiento de las juntas entre placas. Recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto quedará monolítico, estable frente a esfuerzos horizontales, plano, de aspecto uniforme, aplomado y sin defectos.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes. Se evitarán las humedades y la colocación de elementos pesados sobre los paneles y lamas de madera.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Para huecos de superficie mayor o igual a 5 m<sup>2</sup> e inferior o igual a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá todo el hueco.

#### UNIDAD DE OBRA 04.03: REVESTIMIENTO DE LADRILLO Y AISLAMIENTO DE FACHADA 120/50

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ejecución de revestido de fábrica de ladrillo, compuesto por hoja de 120 mm de espesor, de ladrillo cerámico aplantillado, color Gris, acabado liso, 250x120x4 mm, con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, el ladrillo apoya sobre tación de hormigón armado. Interposición de capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido de 50 mm, no hidrófilo, tipo TOPOX MUR CW, en paneles de gran formato machihembrados para colocación en vertical. Armadura de tendel "MURFOR" galvanizada en caliente, RND.4/Z, diámetro 4 mm, ancho 100 mm, tipo cercha, colocada en hiladas cada 50 cm aproximadamente y como mínimo en arranque de la fábrica, con dispositivos de conexión, anclajes, llaves y fijaciones metálicas, sistema de anclaje para la sujeción o retención de la fábrica a los elementos estructurales. Incluso p/p de replanteo, nivelación y aplomado, aberturas de ventilación, 10 cm<sup>2</sup> por cada m de fachada (orificios, rejillas o llagas desprovistas de mortero), mermas y roturas, enjarjes, colocados con mortero de alta adherencia, ejecución de encuentros y puntos singulares y limpieza final de la fábrica ejecutada.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB HE Ahorro de energía.
- CTE. DB HS Salubridad.
- CTE. DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.

- NTE-FFL. Fachadas: Fábrica de ladrillos.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que se ha terminado la ejecución completa de la estructura, que el soporte ha fraguado totalmente, y que está seco y limpio de cualquier resto de obra.

##### AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 40°C, llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de pavimento. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Colocación de armaduras en tendeles. Colocación de los dispositivos de conexión, anclajes, llaves y fijaciones metálicas. Repaso de las juntas y limpieza final del paramento.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La fábrica quedará monolítica, estable frente a esfuerzos horizontales, plana y aplomada. Tendrá una composición uniforme en toda su altura y buen aspecto.

La protección de la totalidad de la superficie será homogénea. No existirán puentes térmicos.

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá la obra recién ejecutada frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas. Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### UNIDAD DE OBRA 04.04: FACHADA DE DOBLE HOJA DE LADRILLO 120/50/120

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ejecución de fachada de fábrica de ladrillo, compuesta por dos hojas de 120 mm de espesor de ladrillo cerámico aplantillado, color Gris, acabado liso, 250x120x4 mm, con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, el ladrillo apoya sobre tacón de hormigón armado. Interposición de capa de aislamiento térmico de poliestireno extruido de 50 mm, no hidrófilo, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado, tipo TOPOX MUR CW, resistencia a compresión  $\geq 250$  kPa, resistencia térmica  $1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ , conductividad térmica  $0,034 \text{ W/(mK)}$ . Incluso p/p de cortes, adhesivo de colocación y limpieza. Armadura de tendel "MURFOR" galvanizada en caliente, RND.4/Z, diámetro 4 mm, ancho 100 mm, tipo cercha, colocada en hiladas cada 50 cm aproximadamente y como mínimo en arranque de la fábrica, con dispositivos de conexión, anclajes, llaves y fijaciones metálicas, sistema de anclaje para la sujeción o retención de la fábrica a los elementos estructurales. Incluso p/p de replanteo, nivelación y aplomado, aberturas de ventilación,  $10 \text{ cm}^2$  por cada m de fachada (orificios, rejillas o llagas desprovistas de mortero), mermas y roturas, enjarjes, colocados con mortero de alta adherencia, ejecución de encuentros y puntos singulares y limpieza final de la fábrica ejecutada.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: CTE. DB HE Ahorro de energía.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

##### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie soporte está terminada con el grado de humedad adecuado y de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear para su colocación.

#### AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la velocidad del viento sea superior a 30 km/h o la humedad ambiental superior al 80%.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Definición de los planos de fachada mediante plomos. Replanteo, planta a planta. Marcado en los pilares de los niveles de referencia general de planta y de nivel de pavimento. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Corte y preparación del aislamiento. Colocación del aislamiento. Colocación de armaduras en tendeles. Colocación de los dispositivos de conexión, anclajes, llaves y fijaciones metálicas. Repaso de las juntas y limpieza final del paramento.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La fábrica quedará monolítica, estable frente a esfuerzos horizontales, plana y aplomada. Tendrá una composición uniforme en toda su altura y buen aspecto.

La protección de la totalidad de la superficie será homogénea. No existirán puentes térmicos.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### UNIDAD DE OBRA 04.05: TRASDOSADO DE CARTÓN-YESO 15+15/48

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Todo elemento metálico que esté en contacto con el panel estará protegido contra la corrosión. Las tuberías que discurran entre paneles estarán debidamente aisladas para evitar condensaciones.

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y montaje de trasdosado autoportante, W 63 "KNAUF", de 78 mm de espesor total, compuesto por placa de yeso laminado tipo Standard (A) de 15 mm de espesor, formando sándwich con una placa tipo Standard (A) de 15 mm de espesor, atornilladas directamente a una estructura autoportante de aluminio extruido formada por canales horizontales, sólidamente fijados al suelo y al techo y montantes verticales de 48 mm y 0,6 mm de espesor con una modulación de 600 mm y con

disposición normal "N", montados sobre canales junto al paramento vertical. Incluso p/p de replanteo de la perfilera, zonas de paso y huecos; colocación en todo su perímetro de cintas o bandas estancas, en la superficie de apoyo o contacto de la perfilera con los paramentos; anclajes de canales y montantes metálicos; corte y fijación de las placas mediante tornillería; tratamiento de las zonas de paso y huecos; ejecución de ángulos; tratamiento de juntas mediante pasta y cinta de juntas; recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, previo replanteo de su ubicación en las placas y perforación de las mismas, y limpieza final. Totalmente terminado y listo para pintar.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje: UNE 102043. Montaje de los sistemas constructivos con placa de yeso laminado (PYL). Tabiques, trasdosados y techos. Definiciones, aplicaciones y recomendaciones.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, siguiendo los criterios de medición expuestos en la norma UNE 92305: para huecos de superficie mayor o igual a 5 m<sup>2</sup> e inferior o igual a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá todo el hueco.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Antes de iniciar los trabajos de montaje, se comprobará que se encuentran terminados la estructura, los cerramientos y la cubierta del edificio. La superficie horizontal de asiento de las placas debe estar nivelada y el solado, a ser posible, colocado y terminado, salvo cuando el solado pueda resultar dañado durante los trabajos de montaje; en este caso, deberá estar terminada su base de asiento. Los techos de la obra estarán acabados, siendo necesario que la superficie inferior del forjado quede revestida si no se van a realizar falsos techos. Las instalaciones, tanto de fontanería y calefacción como de electricidad, deberán encontrarse con las tomas de planta en espera, para su distribución posterior por el interior de los tabiques. Los conductos de ventilación y las bajantes estarán colocados.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y trazado en el forjado inferior y en el superior de la perfilería. Colocación de banda de estanqueidad y canales inferiores, sobre solado terminado o base de asiento. Colocación de banda de estanqueidad y canales superiores, bajo forjados. Colocación y fijación de los montantes sobre los elementos horizontales. Colocación de las placas mediante fijaciones mecánicas. Replanteo de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones, y posterior perforación de las placas. Tratamiento de las juntas entre placas. Recibido de las cajas para alojamiento de mecanismos eléctricos y de paso de instalaciones.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto será resistente y estable. Quedará plano y aplomado.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes. Se evitarán las humedades y la colocación de elementos pesados sobre los paneles.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, siguiendo los criterios de medición expuestos en la norma UNE 92305: para huecos de superficie mayor o igual a 5 m<sup>2</sup> e inferior o igual a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá la mitad del hueco y para huecos de superficie mayor a 8 m<sup>2</sup>, se deducirá todo el hueco.

#### UNIDAD DE OBRA 04.06: REVESTIMIENTO DE PANEL MADERA-CEMENTO 19 mm

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de revestimiento de panel ligero de madera-cemento tipo VIROC, de 2600x1250x19 mm, acabado unsanded black, sobre subestructura metálica de aluminio extruido, recibidos con tornillería a muro de contención de edificio contiguo. Totalmente acabado según planos de detalle. Incluso p/p de preparación y limpieza de la superficie, formación de encuentros, cortes del material y remates perimetrales.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-RPL. Revestimientos de paramentos: Ligeros.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará la inexistencia de irregularidades en el soporte, cuya superficie debe ser lisa y estar seca y limpia.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Preparación y limpieza de la superficie a revestir. Replanteo de juntas, huecos y encuentros. Replanteo de los paneles sobre el paramento. Corte y presentación de los paneles. Colocación de subestructura metálica. Fijación de paneles mediante tornillería. Resolución del perímetro del revestimiento. Limpieza de la superficie.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El revestimiento quedará plano. Tendrá buen aspecto. La fijación al soporte será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y rozaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

**UNIDAD DE OBRA 04.07: ALICATADO CERÁMICO 3mm**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de alicatado con baldosa cerámica de la serie OXO, modelo SCALA blanco de 31x900x3 mm, recibido con mortero-cola adhesivo. Incluso p/p de preparación de la superficie, replanteo, cortes de piezas y juntas, realización de taladros para paso de instalaciones y sujeción de sanitarios, rejuntado y limpieza.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-RPA. Revestimientos de paramentos: Alicatados.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 0,2 m<sup>2</sup>.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que el soporte está limpio y plano, es compatible con el material de colocación y tiene resistencia mecánica, flexibilidad y estabilidad dimensional.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Preparación de la superficie soporte. Replanteo de niveles y disposición de baldosas. Colocación de maestras o reglas. Preparación y aplicación del mortero-cola. Formación de juntas de movimiento. Colocación de las baldosas. Ejecución de esquinas y rincones. Rejuntado de baldosas. Acabado y limpieza final.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá una perfecta adherencia al soporte y buen aspecto.

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a roces, punzonamiento o golpes que puedan dañarlo.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 0,2 m<sup>2</sup>.

## UNIDAD DE OBRA 04.08: REVESTIMIENTO DE LAMAS DE MADERA DE ROBLE JUNTA ABIERTA

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de revestimiento de paramentos verticales mediante lamas macizas de madera de roble de 2000x00x20 mm clavadas en horizontal sobre rastreles de madera de pino de 50x20 mm, recibidos sobre pared y junta abierta para control acústico por interposición de aislamiento de lana de roca de 50 mm en su interior. Incluso p/p de preparación y limpieza de la superficie, formación de encuentros, cortes del material y remates perimetrales. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-RPL. Revestimientos de paramentos: Ligeros.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

#### DEL SOPORTE.

Se comprobará la inexistencia de irregularidades en el soporte, cuya superficie debe ser lisa y estar seca y limpia.

### PROCESO DE EJECUCIÓN

#### FASES DE EJECUCIÓN.

Preparación y limpieza de la superficie a revestir. Replanteo de juntas, huecos y encuentros. Replanteo de los rastreles del entramado. Colocación del aislamiento de lana de roca. Corte y presentación de los tableros. Colocación sobre el entramado. Resolución del perímetro del revestimiento. Limpieza de la superficie.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El revestimiento quedará plano. Tendrá buen aspecto. La fijación al soporte será adecuada.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y rozaduras.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### UNIDAD DE OBRA 04.09: REVESTIMIENTO DE LAMAS DE MADERA DE ROBLE JUNTA CERRADA

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de revestimiento de paramentos verticales mediante lamas macizas de madera de roble de 2000x00x20 mm clavadas en horizontal sobre rastreles de madera de pino de 50x20 mm, recibidos sobre pared y junta cerrada. Interposición de aislamiento acústico de lana de roca de 50 mm en su interior. Incluso p/p de preparación y limpieza de la superficie, formación de encuentros, cortes del material y remates perimetrales. Incluso mano de lustrado intermedia y de acabado. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-RPL. Revestimientos de paramentos: Ligeros.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará la inexistencia de irregularidades en el soporte, cuya superficie debe ser lisa y estar seca y limpia.

##### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Preparación y limpieza de la superficie a revestir. Replanteo de juntas, huecos y encuentros. Replanteo de los rastreles del entramado. Colocación del aislamiento de lana de roca. Corte y presentación de

los tableros. Colocación sobre el entramado. Resolución del perímetro del revestimiento. Limpieza de la superficie.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El revestimiento quedará plano. Tendrá buen aspecto. La fijación al soporte será adecuada.

#### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a golpes y rozaduras.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

### UNIDAD DE OBRA 04.10: ENLUCIDO DE YESO 3mm

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de revestimiento continuo interior de yeso, sobre paramento vertical, de 3 mm de espesor, formado por una capa de enlucido con pasta de yeso de aplicación en capa fina C6, que constituye la terminación o remate, aplicado sobre una superficie previamente guarnecida (no está incluido en el precio la capa de guarnecido). Incluso p/p de remates con rodapié, y montaje, desmontaje y retirada de andamios. Acabado liso blanco

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-RPG. Revestimientos de paramentos: Guarnecidos y enlucidos.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

#### DEL SOPORTE.

Se comprobará que están recibidos los elementos fijos, tales como marcos y premarcos de puertas y ventanas, y están concluidos la cubierta y los muros exteriores del edificio. Se comprobará que la superficie a revestir está bien preparada, no encontrándose sobre ella cuerpos extraños ni manchas calcáreas o de agua de condensación. Se comprobará que la palma de la mano no se mancha de polvo al pasarla sobre la superficie a revestir. Se desechará la existencia de una capa vitrificada, raspando la superficie con un objeto punzante. Se comprobará la absorción del soporte con una

brocha húmeda, considerándola suficiente si la superficie humedecida se mantiene oscurecida de 3 a 5 minutos.

#### AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura sea inferior a 5°C o superior a 40°C. La humedad relativa será inferior al 70%. En caso de lluvia intensa, ésta no podrá incidir sobre los paramentos a revestir.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Amasado del yeso fino. Ejecución del enlucido, extendiendo la pasta de yeso fino sobre la superficie previamente guarnecida.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá una perfecta adherencia al soporte y buen aspecto.

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá el revestimiento recién ejecutado frente a golpes y rozaduras.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, a cinta corrida, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, considerando como altura la distancia entre el pavimento y el techo, sin deducir huecos menores de 4 m<sup>2</sup> y deduciendo, en los huecos de superficie mayor de 4 m<sup>2</sup>, el exceso sobre los 4 m<sup>2</sup>.

#### UNIDAD DE OBRA 05.01: PARQUET ENCOLADO DE LAMAS DE MADERA MACIZA DE ROBLE

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de pavimento de parquet flotante formado por lamas machihembradas de madera maciza de roble, de 2000x200x14 mm, encoladas sobre capa de mortero autonivelante de 7 cm e instalación de suelo radiante. Encuentro en los bordes sin rodapié interponiendo junta elástica de neopreno de 2mm y perfil metálico en L atornillado. Incluso acuchillado, lijados y tratamiento superficial de acabado ignífugo mediante aplicación de aceite Jensen SI-29B y acabado de aceite

sin alcohol, acabado semimate. Incluso mano de lustrado intermedio y acabado. No incluida la instalación de suelo radiante.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.
- NTE-RSR. Revestimientos de suelos: Piezas rígidas.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que los huecos de la edificación están debidamente cerrados y acristalados, para evitar los efectos de las heladas, entrada de agua de lluvia, humedad ambiental excesiva, insolación indirecta, etc. Se comprobará que está terminada la colocación del pavimento de las zonas húmedas y de las mesetas de las escaleras. Se comprobará que los trabajos de tendido de yeso y colocación de falsos techos están terminados y las superficies secas. Se comprobará que los precercos de las puertas están colocados.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Colocación de la instalación de suelo radiante y capa de mortero autonivelante sobre ella. Colocación y recorte de la primera hilada por una esquina de la habitación. Colocación y recorte de las siguientes hiladas. Unión de las tablas al solado mediante encolado. Limpieza de restos de adhesivo que puedan rebosar por las juntas. Colocación y recorte de la última hilada.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá una perfecta adherencia al soporte, buen aspecto y ausencia de cejas.

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a la humedad.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### UNIDAD DE OBRA 05.02: PARQUET FLOTANTE DE LAMAS DE MADERA MACIZA DE ROBLE

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de pavimento de parquet flotante formado por lamas machihembradas de madera maciza de roble, de 2000x200x14 mm, colocada pegada y atornillada sobre entablado base de DM ignífugo e hidrófugo de 14 mm, colocado sobre rastreles de pino recibidos sobre forjado de 100x50 mm. Formación de cámara de aire de 10 cm para paso de instalaciones entre rastreles. Incluso acuchillado, lijados y tratamiento superficial de acabado ignifugante mediante aplicación de aceite Jensen SI-29B y acabado de aceite sin alcohol, acabado semimate. Incluso mano de lustrado intermedio y acabado.

##### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.
- NTE-RSR. Revestimientos de suelos: Piezas rígidas.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que los huecos de la edificación están debidamente cerrados y acristalados, para evitar los efectos de las heladas, entrada de agua de lluvia, humedad ambiental excesiva, insolación indirecta, etc. Se comprobará que está terminada la colocación del pavimento de las zonas húmedas y de las mesetas de las escaleras. Se comprobará que los trabajos de tendido de yeso y colocación de falsos techos están terminados y las superficies secas. Se comprobará que los precercos de las puertas están colocados.

## PROCESO DE EJECUCIÓN

### FASES DE EJECUCIÓN.

Colocación de entramado de rastreles y tablero de DM. Colocación y recorte de la primera hilada por una esquina de la habitación. Colocación y recorte de las siguientes hiladas. Unión de las tablas al solado atornillado y pegado. Limpieza de restos de adhesivo que puedan rebosar por las juntas. Colocación y recorte de la última hilada.

### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá una perfecta adherencia al soporte, buen aspecto y ausencia de cejas.

### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente a la humedad.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

## UNIDAD DE OBRA 05.03: PAVIMENTO CONTINUO DE MORTERO AUTONIVELANTE Y RESINA

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Pavimento continuo de mortero de cemento autonivelante, CT- C20 compuesto de cementos especiales, áridos seleccionados para espesores hasta 100 mm, de 10 cm de espesor, vertido con mezcladora-bombeadora, sobre instalación de suelo radiante. Contenido en los extremos mediante perfil metálico en L. Colocación intermedia de malla de fibra de vidrio plana y flexible para evitar fisuras. Acabado superficial resina epoxi. Incluso p/p de replanteo y marcado de los niveles de acabado mediante la utilización de indicadores de nivel, regleado del mortero después del vertido para lograr el asentamiento del mismo y la eliminación de las burbujas de aire que pudiera haber, formación de juntas de retracción y curado.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que el soporte es sólido, consistente, está libre de cualquier tipo de suciedad y polvo y no está expuesto a la radiación solar ni a corrientes de aire. Se verificará que está colocada la instalación de suelo radiante inferior.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 30°C.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Replanteo y marcado de niveles. Preparación de las juntas perimetrales de dilatación. Extendido del mortero mediante bombeo. Regleado del mortero. Formación de juntas de retracción. Curado del mortero. Colocación de capa de resina epoxi.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La superficie final cumplirá las exigencias de planeidad, acabado superficial y resistencia.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

No se podrá transitar sobre el mortero durante las 24 horas siguientes a su formación, debiendo esperar siete días para continuar con los trabajos de construcción. Se protegerá la capa superficial para evitar un secado rápido debido a la acción del sol y de las corrientes de aire.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

## UNIDAD DE OBRA 05.04: PAVIMENTO CONTINUO DE HORMIGÓN FRATASADO LISO

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de pavimento continuo de hormigón H-25 en masa de 10 cm de espesor, compuesto de cemento, áridos seleccionados de cuarzo, pigmentos orgánicos y aditivos, con un rendimiento aproximado de 3 kg/m<sup>2</sup>, espolvoreado manualmente sobre el hormigón aún fresco. Incluso p/p de limpieza de la superficie soporte, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo el pavimento, fratasado mecánico y limpieza final de la superficie acabada. Incluso limpieza, retirada de escombros y traslado a vertedero.

### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.

- NTE-RSC. Revestimientos de suelos: Continuos.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

#### DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie soporte reúne las condiciones de calidad y forma previstas.

#### AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

#### DEL CONTRATISTA.

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra. Garantizará que este tipo de trabajos sea realizado por personal cualificado y bajo el control de empresas especializadas.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de las juntas y paños de trabajo. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Vertido y compactación del hormigón. Fratasado mecánico de la superficie.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La superficie del pavimento presentará una textura uniforme y no tendrá segregaciones.

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Quedará prohibido todo tipo de circulación sobre el pavimento durante las 72 horas siguientes al hormigonado, excepto la necesaria para realizar los trabajos de ejecución de juntas y control de obra.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

#### UNIDAD DE OBRA 05.05: PIEDRA BASÁLTICA APOMAZADA

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de pavimento de baldosas de piedra basáltica, de 40x20x3 cm, acabado apomazado; recibidas con mortero de cemento M-40 (1:6), previa imprimación adherente en cara no vista. Incluso asiento y nivelación con cama de arena de 10 cm de espesor y limpieza de la superficie. Incluso formación de juntas perimetrales continuas y juntas de partición.

## NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.
- NTE-RSR. Revestimientos de suelos: Piezas rígidas.

## CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie construida, medida según documentación gráfica de Proyecto.

## CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

### DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie soporte presenta una estabilidad dimensional, flexibilidad, resistencia mecánica y planeidad adecuadas, que garanticen la idoneidad del procedimiento de colocación seleccionado.

## PROCESO DE EJECUCIÓN

### FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza, nivelación y preparación de la superficie soporte. Replanteo de niveles. Extendido de la capa de arena. Replanteo de la disposición de las baldosas y juntas de movimiento. Espolvoreo de la superficie con cemento. Colocación de las baldosas a punta de paleta. Comprobación de la planeidad. Relleno de las juntas de dilatación. Relleno de juntas de separación entre baldosas.

### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El solado tendrá planeidad, ausencia de cejas y buen aspecto.

## CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

