

Trabajo Fin de Máster

Centro de interpretación y albergue para peregrinos junto a Santa María de Eunate
Interpretation centre and pilgrim hostel next to Santa María de Eunate

Autor/es

Cristina Montañés Mallén

Director/es

Óscar Pérez Silanes
Ignacio Olite Lumbreras

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

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

D./D^a. Cristina Montañés Mallén,

con nº de DNI 17769124Z en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Máster _____, (Título del Trabajo)
Centro de interpretación y albergue para peregrinos junto a Santa María de
Eunate

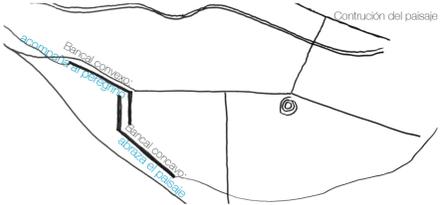
es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 05 de septiembre de 2017

Fdo: Cristina Montañés Mallén

CENTRO DE INTERPRÉTACIÓN Y ALBERGUE PARA PEREGRINOS JUNTO A SANTA MARÍA DE EUNATE

Cristina Montañés Mallén | Director: Óscar Pérez Silanes | Septiembre 2017 | Trabajo Fin de Máster, EINA Unizar



Habitar la colina a través de dos bancales

La estrategia se basa en la construcción del paisaje a partir de la modificación de dos de las curvas de nivel, que se habitan generando dos bancales que se deslizan uno sobre otro. De este modo, se obtienen dos plantas con caracteres totalmente diferentes:
 La inferior, una **pieza cóncava** que alberga la parte más pública, mira hacia la ribera y acompaña al peregrino.
 Y la superior, una **pieza cóncava** que contiene el albergue para peregrinos y que abraza a Eunate de manera que toda ella contempla el paisaje y la iglesia.

Se trata de un proyecto que busca generar un fondo para Santa María de Eunate, de manera que se adopta una imagen rítmica que pasa desapercibida codiciendo todo el protagonismo al hito en torno al que se trabaja.

Un sencillo gesto que busca **construir un paisaje** adecuado al lugar donde se emplaza.



Simetría inversa



Emplazamiento
E 1:2000

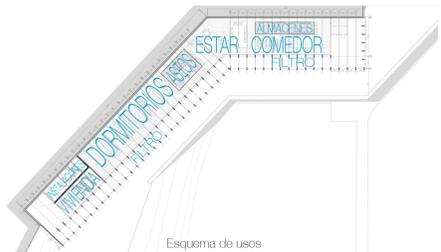


Simetría inversa espacio servidor-servido

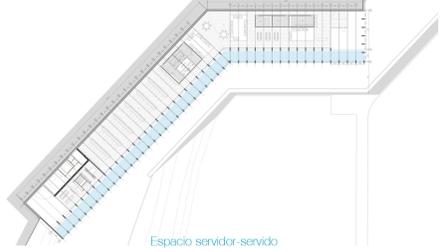
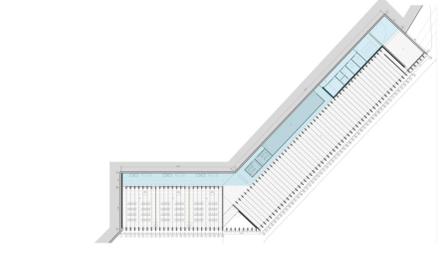
El marcado sistema estructural define los espacios a través de 3 tipos de pórticos:
Centro de interpretación: pórtico en el que el espacio de mayor tamaño queda en la parte exterior, ligado al paisaje y a la iluminación natural. Así, se crea una banda interior destinada a usos servidores.
Albergue: la zona con una mayor luz se encuentra en la parte interior y contiene los distintos usos del albergue. El espacio entre pilares queda al exterior, actuando como colchón de aire y filtro de privacidad para el peregrino gracias a la sombra que genera.
Parte central del proyecto: los dos bancales confluyen generando un pórtico con espacios simétricamente inversos en cada planta. La zona mayor luz está destinada al espacio vivido en ambos usos, mientras que la de menor luz da servicio a ellos.



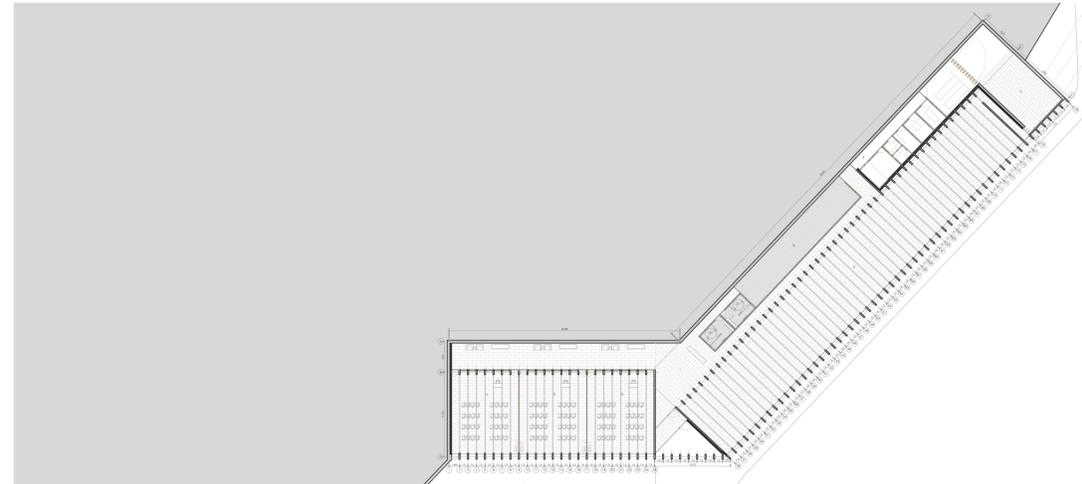
Boceto de sala de exposición. Caracterización del espacio



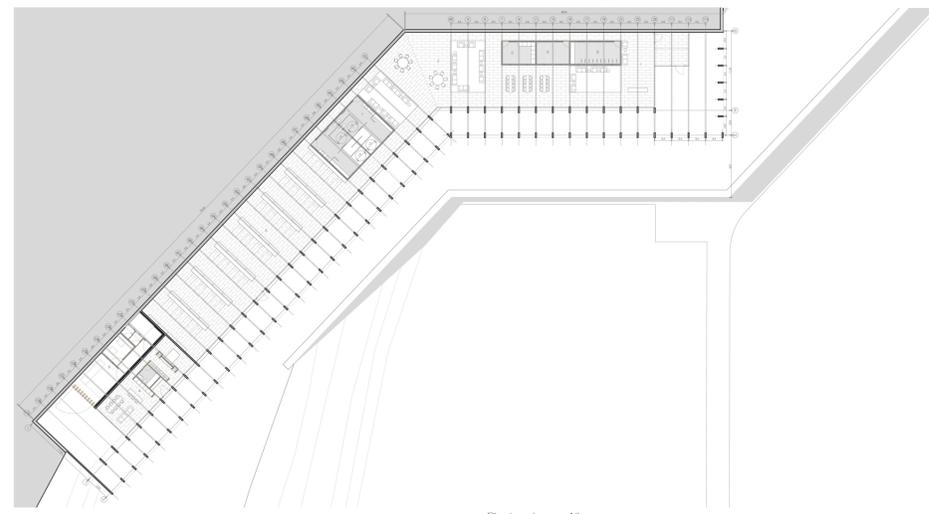
Esquema de usos



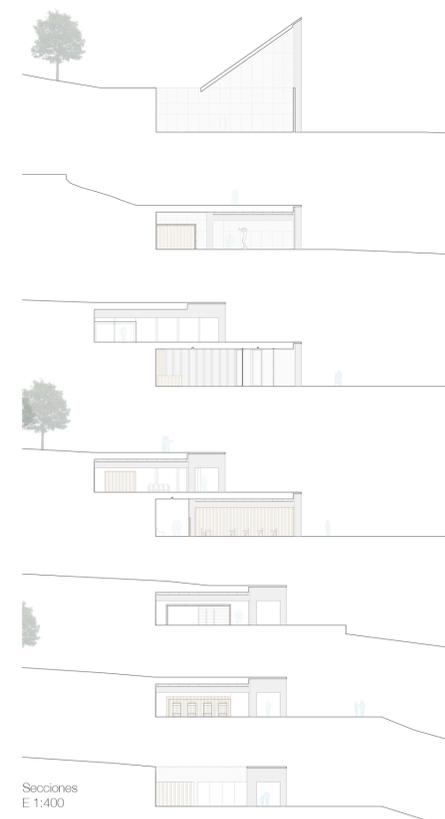
Espacio servidor-servido



Planta baja. Centro de interpretación
E 1:500



Planta primera. Albergue
E 1:500



Secciones
E 1:400



Espacio de exposición. Sincronidad material



Hormigón visto

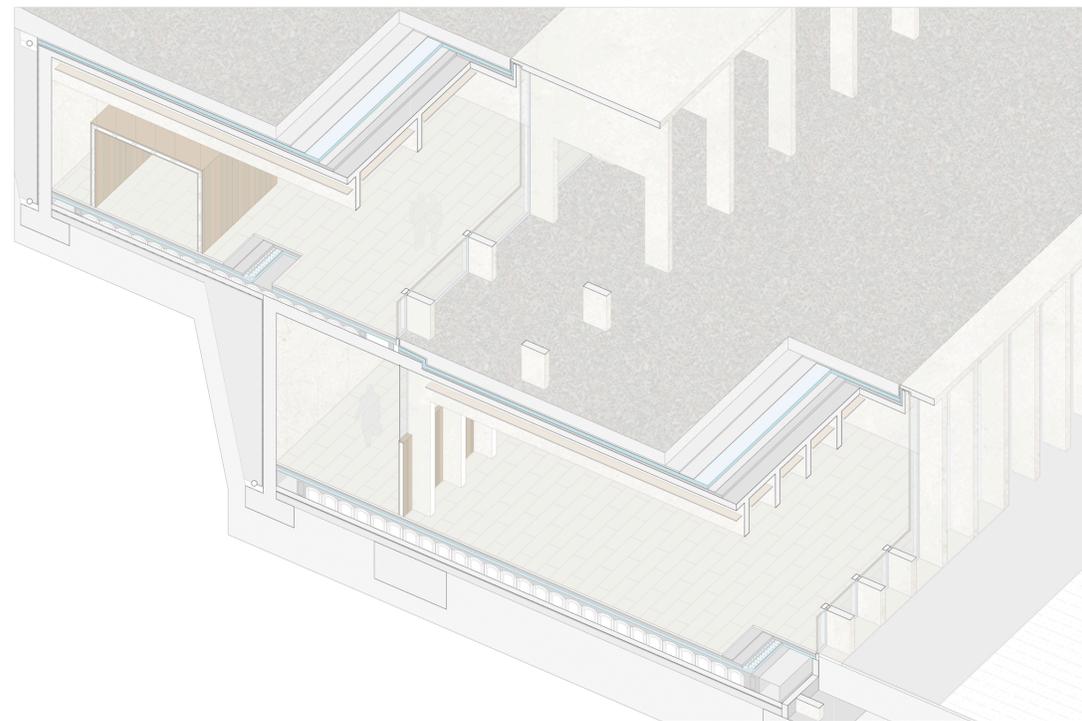
Lamina 10cm madera de roble semicopiada Sanded Pearl Weiss

Baldosa de piedra Arizona Lincolnstone 120x40x5cm Olmisa

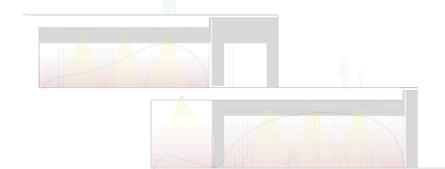
Baldosa de gres Arizona Arena 120x69,8cm

Pavimento aglomerado madera cemento

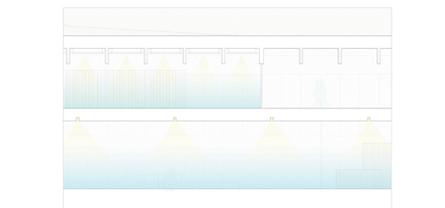
Techo acústico PAP Decoulik



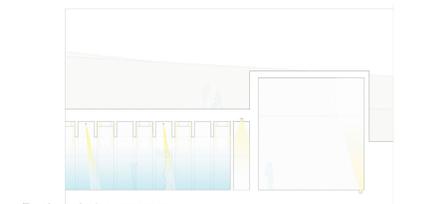
Isometría constructiva
E 1:100



Funcionamiento invierno



Funcionamiento verano



Funcionamiento verano museo



CENTRO DE INTERPRETACIÓN Y ALBERGUE PARA PEREGRINOS JUNTO A SANTA MARÍA DE EUNATE

Cristina Montañés Mallén

Director: Óscar Pérez Silanes

Septiembre 2017

Trabajo Fin de Máster, EINA Unizar

1. MEMORIA

1

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.1.1 Introducción
- 1.1.2 Descripción general del edificio
- 1.1.3 Prestaciones de los edificios

1.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA

- 1.2.1 Sustentación del edificio
- 1.2.2 Sistema estructural
- 1.2.3 Sistema envolvente
- 1.2.4 Sistema de compartimentación y acabados
- 1.2.5 Sistema de cubiertas
- 1.2.6 Sistema de acondicionamiento e instalaciones

1.3 CUMPLIMIENTO DEL CTE

- 1.3.1 DB SE Seguridad estructural
- 1.3.2 DB SI Seguridad en caso de incendio
- 1.3.3 DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad
- 1.3.4 DB HS Salubridad
- 1.3.5 DB HR Protección frente al ruido
- 1.3.6 DB HE Ahorro de energía

1.4 ANEXOS A LA MEMORIA

- 1.4.1 Anexo estructural
- 1.4.2 Anexo energético

2. PLANOS

131

A-ARQUITECTURA

- A01 Estado actual (E 1:1000)
- A02 Emplazamiento (E 1:1000)
- A03 Alzados generales (E 1:500)
- A04 Planta baja arquitectura. Centro de interpretación (E 1:200)
- A05 Planta primera arquitectura. Albergue (E 1:200)
- A06 Cubiertas (E 1:200)
- A07 Secciones transversales arquitectura (E 1:200)
- A08 Secciones transversales arquitectura (E 1:200)
- A09 Secciones longitudinales arquitectura (E 1:300)
- A10 Planta baja arquitectura. Tabiquería, carpintería y acabados (E 1:200)
- A11 Planta primera arquitectura. Tabiquería, carpintería y acabados (E 1:200)

E-ESTRUCTURA

- E01 Planos estructura. Replanteo (E 1:200)
- E02 Planos estructura. Cimentación (E 1:200)
- E03 Planos estructura. Forjados (E 1:200)
- E04 Planos estructura. Pórticos estructurales (E 1:25)
- E05 Planos estructura. Pórticos estructurales. Centro de interpretación (E 1:25)
- E06 Planos estructura. Pórticos estructurales. Albergue (E 1:25)

C-CONSTRUCCIÓN

- C01 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C02 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C03 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C04 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C05 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C06 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C07 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C08 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C09 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C10 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C11 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C12 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C13 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C14 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C15 Isometría constructiva (E 1:50)

I-INSTALACIONES

- I01 Planos instalaciones. Prevención de incendios (E 1:200)
- I02 Planos instalaciones. Ventilación (E 1:200)
- I03 Planos instalaciones. Abastecimiento AF y ACS (E 1:200)
- I04 Planos instalaciones. Climatización Suelo radiante (E 1:200)
- I05 Planos instalaciones. Climatización Suelo refrescante (E 1:200)
- I06 Planos instalaciones. Saneamiento Aguas residuales (E 1:200)
- I07 Planos instalaciones. Saneamiento Aguas pluviales (E 1:200)
- I08 Planos instalaciones. Saneamiento Aguas pluviales (E 1:200)
- I09 Planos instalaciones. Electricidad (E 1:200)
- I10 Planos instalaciones. Esquema de funcionamiento (E 1:50)

3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES	135
3.1 PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS	
3.1.1 Disposiciones generales	
3.1.2 Disposiciones facultativas	
3.1.3 Disposiciones económicas	
3.2 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	
3.2.1 Prescripciones sobre materiales	
3.2.2 Prescripciones en cuanto a la ejecución de unidades de obra y sobre verificaciones en el edificio terminado. Mantenimiento	
4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	181
4.1 MEDICIONES	
4.2 CUADRO DE DESCOMPUESTOS	
4.3 RESUMEN DE PRESUPUESTO	

1. MEMORIA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de Ejecución *Centro de interpretación y albergue para peregrinos junto a Santa María de Eunate* se sitúa en las inmediaciones de la iglesia de Santa María de Eunate, en el término municipal de Muruzábal. Define la obra de nueva construcción de un Centro de interpretación y albergue en el mencionado emplazamiento.

AGENTES

Se trata de un proyecto de carácter académico que ha sido elaborado como Trabajo de Fin de Máster en Arquitectura en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza.

El proyectista redactor del informe técnico es Cristina Montañés Mallén.

INFORMACIÓN PREVIA

Antecedentes y condicionantes de partida

Se recibe por parte de la Universidad el encargo de la redacción del presente Trabajo de Fin de Máster, un Centro de interpretación y albergue para peregrinos. Se busca un edificio que se adapte al paisaje en que se emplaza y no reste protagonismo a Santa María de Eunate, iglesia románica construida en la segunda mitad del SXII como edificación exenta. Situada a 2km de Muruzábal y apoyada en el Camino de Santiago próximo a su llegada a Puente la Reina de Navarra, la iglesia es parada obligatoria para peregrinos y visitantes de la zona.

Emplazamiento. El solar y sus características

El proyecto se sitúa junto a la iglesia de Santa María de Eunate, perteneciente al término municipal de Muruzábal. Se encarga un edificio ubicado dentro de una circunferencia de radio 250m con centro en la iglesia, dentro del cual el proyectista puede elegir el lugar más adecuado según su criterio.

Se trata de un paisaje de carácter longitudinal compuesto por la marcada trayectoria del río Robo (dirección este-oeste) y su ribera, poblada vegetación de gran altura. Al norte, paralela al río, se desarrolla la carretera NA-601. En su ribera sur, también paralelo al río y acompañándolo con un carácter longitudinal, se desarrolla un tramo del Camino de Santiago que lleva hacia Puente la Reina de Navarra. Una pequeña colina asciende tras el paisaje, hacia el sur, protegiendo el llano sobre el que se sitúa la iglesia.

El presente proyecto se emplaza al oeste de Santa María de Eunate, una vez pasada ésta por los peregrinos que realizan el Camino de Santiago, de manera que el visitante pueda ver, conocer y visitar la iglesia antes de llegar a su Centro de interpretación.

Así mismo, el nuevo edificio creará un fondo neutro que no resta protagonismo al templo, sino que busca ponerlo en valor y enfatizar su condición de elemento exento en el paisaje.

El lugar elegido para emplazar el proyecto se trata de una pequeña colina que asciende 9,5 metros sobre la cota de la iglesia, de manera que el proyecto se adosa a ella, semienterrándose y construyendo el paisaje.





Normativa

Para la elaboración del presente Proyecto de Ejecución sirve de base lo establecido en las siguientes normas y reglamentos:

-Código Técnico de la Edificación:

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

-Plan General Municipal de la villa de Muruzábal: al tratarse de actualmente de una suma de parcelas de Suelo rural destinado al cultivo de secano, sería necesario proponer una modificación del Plan Municipal del Ayuntamiento de Muruzábal acogiéndose a los criterios que éste establece para las nuevas construcciones en Suelo Urbanizable. Por tratarse de un ejercicio académico, se considera que esta modificación ya ha sido aprobada y por tanto la construcción del edificio puede llevarse a cabo.

1.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

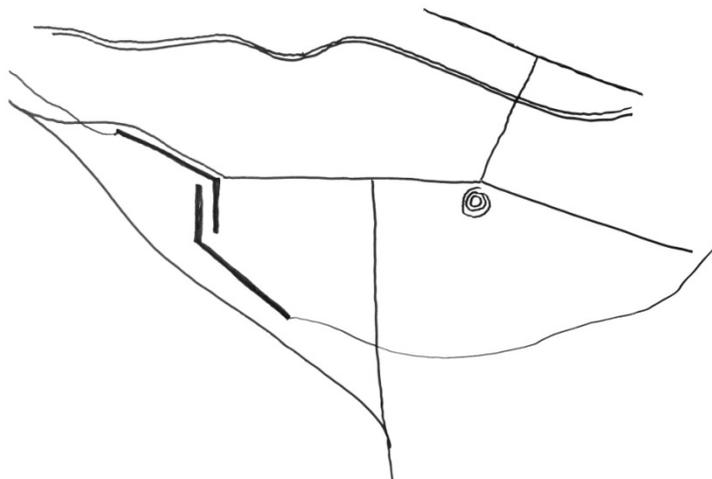
La estrategia se basa en la construcción del paisaje a partir de la modificación de dos de las curvas de nivel, que se habitan generando dos bancales que se deslizan uno sobre otro, de manera simétricamente inversa. De este modo, se obtienen dos piezas con un carácter totalmente diferente:

La inferior (cota relativa 0m), una pieza convexa que alberga la parte más pública del programa, un centro de interpretación que mira hacia la ribera y va acompañando al peregrino en este tramo de Camino de Santiago.

Y la superior (cota relativa 5m), una pieza cóncava que contiene el albergue para peregrinos y que abraza a Eunate de manera que toda ella contempla el paisaje y la iglesia.

Se trata de un proyecto que busca generar un fondo para Santa María de Eunate, de manera que se adopta una imagen rítmica que pasa desapercibida cediendo todo el protagonismo al hito en torno al que se trabaja. El tratamiento de la celosía se desarrolla de forma diferente en las piezas inferior y superior: mientras que en la inferior aparece con un ritmo mayor y más pesado que transmite una imagen de zócalo, en la superior se amplía el intereje y se retranquea el vidrio de la celosía creando un colchón de aire que aporta privacidad al edificio con una gran línea de sombra. Así, el proyecto se desmaterializa a medida que asciende.

Un sencillo gesto que busca construir un paisaje adecuado al lugar donde se emplaza.



Es importante, en especial en proyectos de paisaje de carácter longitudinal y pautado, definir un claro remate que justifique el final del proyecto. En la planta baja, será el espacio de Reflexión el que se eleve como remate del proyecto, actuando como hito-simil de Santa María de Eunate y generando un espacio acorde a su uso. En la planta primera, el proyecto termina con un patio que simboliza el descenso del terreno y dota de un espacio semiprivado exterior a la vivienda del encargado. Un juego lleno-vacío de simetría inversa acorde a la idea generatriz del proyecto.

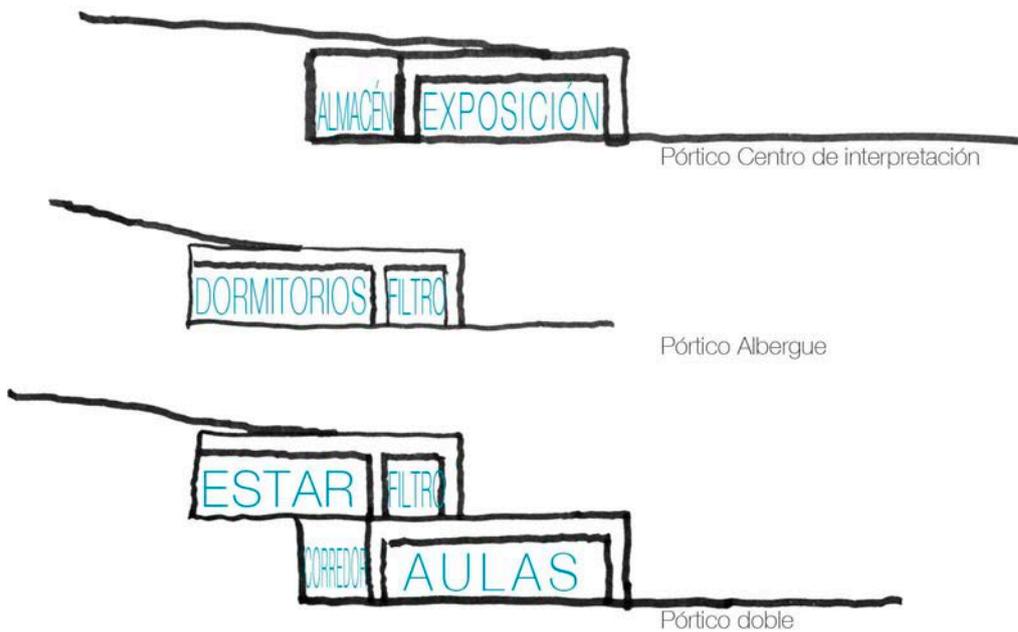


El marcado sistema estructural define los espacios a través de 3 tipos de pórticos:

Centro de interpretación: se trata de un pórtico en el que el espacio de mayor tamaño, la sala de exposición, queda en la parte exterior ligado al paisaje y a la iluminación natural. Así, se crea una banda interior destinada a usos servidores.

Albergue: en este caso, la zona con una mayor luz se encuentra en la parte interior y contiene los distintos usos del albergue. El espacio entre pilares queda al exterior, actuando como colchón de aire y filtro de privacidad para el peregrino gracias a la sombra que genera.

Parte central del proyecto: en el centro geométrico del proyecto, los dos bancales confluyen generando un pórtico con espacios simétricamente inversos en cada planta, de manera que la zona mayor luz está destinada al espacio vivido en ambos usos, mientras que la de menor luz da servicio a ellos.



Los pórticos, compuestos por muros pantalla y vigas de canto de hormigón, cubiertos por losas también de hormigón 'in situ', quedan a la vista en el interior, definiendo la imagen de los espacios principales del proyecto y trasladando al interior el carácter modulado que el proyecto muestra al exterior. De esta manera y desde la sinceridad material, el interior muestra la estructura y se apropia de ella para caracterizar y definir los distintos espacios.



USOS

Como el propio nombre del proyecto indica, se trata de proponer un Centro de interpretación, que contendrá usos de exposición, tres aulas, un espacio de reflexión y los espacios servidores necesarios para el edificio. Por su parte, la planta destinada a Albergue para peregrinos estará compuesta de una unidad de alojamiento, con dormitorios y zona de descanso, para 56 personas, así como un pequeño office-cocina de carácter doméstico en el que se podrán preparar pequeñas comidas, y otros usos servidores para el albergue. Así mismo, se construirá una vivienda unifamiliar privada para dar habitación al encargado del albergue.

Por tanto, en lo referente a nomenclatura del Código Técnico de la Edificación, el proyecto dispone de usos de pública concurrencia, docente, residencial público y residencial privado.

CUMPLIMIENTO DEL CTE Y OTRAS NORMATIVAS ESPECÍFICAS

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

Los requisitos básicos relativos a la funcionalidad y los aspectos funcionales de los elementos constructivos se regirán por su normativa específica, salvo los vinculados a la accesibilidad de personas con movilidad o comunicación reducida, que se desarrollarán en el CTE.

Requisitos básicos de seguridad

Dentro de este bloque se encuadran:

SEGURIDAD ESTRUCTURAL:

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

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO:

Este requisito pretende asegurar la reducción a límites aceptables del riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD:

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

Requisitos básicos de habitabilidad

Dentro de este grupo se incluyen:

HIGIENE, SALUD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE:

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

PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO:

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

AHORRO DE ENERGÍA Y AISLAMIENTO TÉRMICO:

El objetivo de este requisito básico consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte o el total de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.

Requisitos básicos de funcionalidad

En este apartado se incluyen aspectos como la accesibilidad para personas con movilidad y capacidad de comunicación reducidas, acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

DESCRIPCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL EDIFICIO

Se trata de un edificio compuesto por dos barras rectangulares que se quiebran con un ángulo de 133° :

La planta baja, tiene un lado corto de 40m y un lado largo de 69,78m que se unen formando un ángulo interior de 133° , líneas que se desfasan una profundidad de 16,80m conformando un área de $1725,45\text{m}^2$.

La planta primera tiene un lado corto de 38,58m y un lado largo de 69,82m que se unen formando un ángulo interior de 227° , líneas que se desfasan una profundidad de 14,94m conformando una superficie de $1764,24\text{m}^2$.

El proyecto ocupa, en espacio construido, la totalidad de dichas superficies, aunque no todo ello es habitable puesto que incluye patios y zonas exteriores.

A continuación se adjunta una tabla con la superficie útil y construida de los diferentes espacios y plantas:

PLANTA BAJA. Centro de interpretación	
ESPACIO	SUPERFICIE (m ²)
Vestíbulo y zonas de paso	251,04
Museo	577,48
Sala de reflexión	75,93
Aula 1	110,43
Aula 2	110,93
Aula 3	110,48
Aseos	23,5
Almacén	91,25
Instalaciones	107,74
SUP. ÚTIL TOTAL	1458,78
SUP. CONSTRUIDA TOTAL	1725,45

PLANTA PRIMERA. Albergue	
ESPACIO	SUPERFICIE (m ²)
Vestíbulo y zonas de paso	85,8
Estar-comedor	314,76
Dormitorios	354,65
Vivienda	65,2
Cocina	14,52
Almacén privado	14,52
Aseos	22,03
Almacén de bicicletas y zapatos	22,15
Instalaciones	61,33
SUP. ÚTIL TOTAL	954,96
SUP. CONSTRUIDA TOTAL	1764,24

1.1.3 PRESTACIONES DE LOS EDIFICIOS

POR REQUISITOS BÁSICOS Y EN RELACIÓN CON LAS EXIGENCIAS BÁSICAS DEL CTE

Requisitos básicos	Según CTE	Prestaciones según CTE en proyecto	Prestaciones que superan CTE en proyecto
Seguridad	DB SE Seguridad estructural	De tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.	
	DB SI Seguridad en caso de incendio	De tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.	
	DB SU Seguridad de utilización	De tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.	

Habitabilidad	DB HS Salubridad	Higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos	
	DB HR Protección frente al ruido	De tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.	
	DB HE Ahorro de energía y aislamiento térmico	De tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio. Cumple con la UNE EN ISO 13 370 : 1999 "Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo".	
Funcionalidad	Utilización	De tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.	
	Accesibilidad	De tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.	
	Acceso a los servicios	De telecomunicación audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.	

LIMITACIÓN DE USO DEL EDIFICIO EN SU CONJUNTO

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

1.2 MEMORIA CONSTRUCTIVA

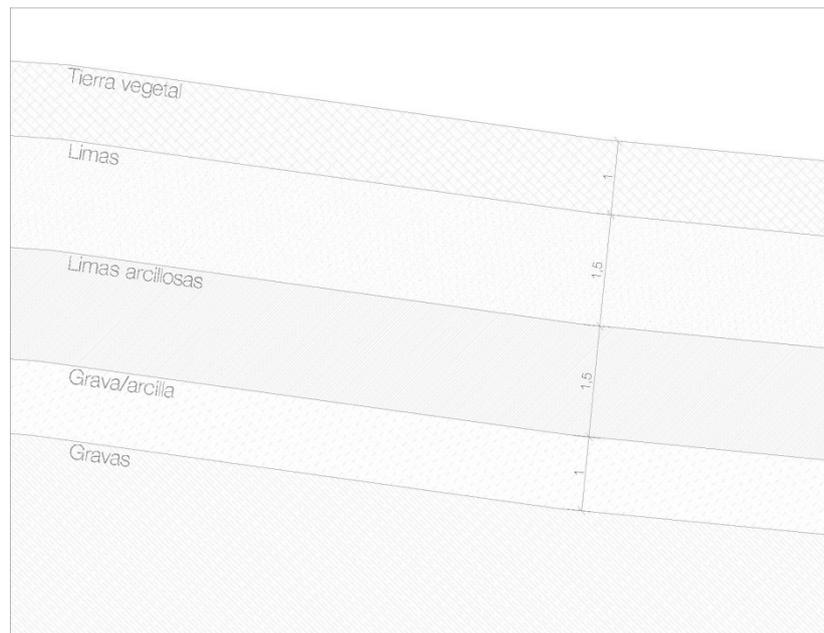
1.2.1 SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

JUSTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA EL CÁLCULO DE LA PARTE DEL SISTEMA ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE A LA CIMENTACIÓN

No se dispone de un estudio geotécnico, sin embargo, se han establecido unas características del terreno acordadas con los directores del presente Trabajo de Fin de Máster. Dichas características son las que siguen:

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO			
TIPO	ESPESOR (m)	SPT	RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm ²)
Tierra vegetal	1	2	0,2
Limas	1,5	10	1
Limas arcillosas	1,5	20	2
Grava/arcilla	1	30	3
Gravas		40	4

No se ha establecido una cota de nivel freático pero se considera que queda por debajo de la cota de cimentación y, por tanto, no afecta al sistema estructural del edificio.



1.2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

CIMENTACIÓN

Dadas las mencionadas características del terreno y las cargas del edificio objeto del presente Proyecto de Ejecución, se opta por una cimentación superficial compuesta por muros de contención sobre zapata corrida que contienen el terreno para conformar los bancales.

En planta baja (cota relativa 0m), las pantallas y muros resistentes descansarán sobre zapatas corridas dado que, por la reducida dimensión del intereje, se considera más funcional realizar una única zapata combinada para cada línea de pantallas.

En planta primera (cota relativa 5m), las pantallas descansarán sobre zapatas aisladas mientras que los muros resistentes descansarán sobre zapata corrida bajo muro.

ESTRUCTURA PORTANTE

La clara modulación del proyecto viene dada por una estructura vista de pórticos de hormigón 'in situ'. Se trata de tres tipos principales de pórtico en función de la parte del proyecto a la que dan servicio:

Pórtico museo

Se desarrolla únicamente en planta baja (cota relativa 0m), con una altura de 5m.

Se trata de un pórtico compuesto por dos muros pantalla de 0,18m x 0,72m separados entre sí 9,98m. Esta luz queda salvada por una viga descolgada de dimensiones 0,18m x 1,14m. Este espacio, de gran amplitud, será en el que se sitúe la sala de exposiciones, permitiendo esta gran luz un espacio diáfano que puede ser distribuido a criterio del comisario de la exposición.

Entre la pantalla interior y el muro de contención de terreno (de espesor 0,40m) queda un espacio de luz 6,26m, que será salvada por una losa de 0,35m de espesor. Es en este espacio donde se albergan los usos de almacén e instalaciones propias del Centro de Interpretación.

Aparecen 52 pórticos de este tipo, separados entre sí 1,2m de eje a eje.

Pórtico doble

Este pórtico se desarrolla en dos plantas, es decir, desde la cota relativa 0m hasta la cota 5m y desde 5m hasta 9,5m.

Se compone, en planta baja (0m-5m), por un pórtico similar al explicado anteriormente que, en este caso, tiene una luz entre pantallas de 11,98m y una luz entre pantalla interior y muro de contención (0,40m) de 4,33m y contiene aulas y su corredor de acceso.

Ya en planta primera (5m-9,5m), está compuesto por dos pantallas (0,18m x 0,72m) con una luz de 3,53m salvada por una viga de 0,18m x 1,73m. La luz entre la pantalla interior y el muro de contención de tierras (0,40m) es de 11,25m y queda salvada por una viga de 0,18m x 1,14m. El espacio que queda entre las dos pantallas será un colchón de aire exterior cubierto, mientras que el espacio de mayor luz contendrá los usos propios del albergue.

El intereje entre pórticos en la planta baja es de 1,2m mientras que en la planta primera es de 2,4m, por tanto, de los 25 pórticos que componen esta zona del proyecto, 13 se corresponden con la totalidad del pórtico explicado en este apartado y 12 únicamente con la sección relativa a la planta baja.

Pórtico albergue

Se trata de un pórtico como el explicado en el apartado anterior, que se erige entre las cotas 5m y 9,5m y está compuesto por dos pantallas (0,18m x 0,72m) con una luz de 3,53m salvada por una viga de 0,18m x 1,73m. La luz entre la pantalla interior y el muro de contención de tierras (0,40m) es de 11,25m y queda salvada por una viga de 0,18m x 1,14m. El espacio que queda entre las dos pantallas será un colchón de aire exterior cubierto, mientras que el espacio de mayor luz contendrá los usos propios del albergue.

Aparecen 25 pórticos de este tipo, separados entre sí 2,4m de eje a eje.

Goujon Cret 122

Con motivo de la disminución de aparición de puentes térmicos, se realiza una articulación entre viga y pilar exterior de manera que entre ellos se pueda introducir aislamiento térmico. Para realizar la conexión viga-pilar, se utiliza el producto comercial Goujon Cret 122, que garantiza la transmisión de esfuerzos contantes en la unión. Se coloca una cantidad de 5 elementos por cada pórtico.

Por su parte, aparecen dos tipos de estructura en zonas puntuales del proyecto que también han de ser mencionadas:

Sala de reflexión

La estructura de la sala de reflexión está compuesta por dos muros resistentes de espesor mínimo 0,40m y altura variable entre los 5m y los 13m, separados por una luz de 6,86m. Esta luz queda salvada por una losa inclinada de 0,35m de espesor.

Acceso albergue

La zona de acceso al albergue prescinde de las pantallas intermedias, por tanto, aquí aparecen 3 pórticos que salvan una luz de 14,78m con sendas vigas de ancho 0,18m y canto variable entre 1,14m y 1,73m.

ESTRUCTURA HORIZONTAL

En cuanto a la estructura horizontal, se opta por un sistema de losas macizas de diferente espesor en función de la luz que han de salvar.

Así, cuando las losas tienen una luz comprendida entre los 1,2m y los 2,4m, tendrán un espesor de 0,18m. Por su parte, cuando han de salvar una luz mayor, tendrán un espesor de 0,35m. Esto último ocurre en el espacio de reflexión, en el espacio de planta baja comprendido entre la pantalla interior y el muro de contención de tierras, y en los giros de ambas plantas, donde la modulación de los pórticos queda interrumpida por el cambio de ángulo.

En la línea de los pilares, la losa se arma de tal manera que conforma una viga de atado del espesor correspondiente a la luz que ha de salvar en función de su ubicación en el proyecto. De esta manera, el proyecto queda perfectamente arriostrado.

Se dispone un sistema de juntas de dilatación en la losa dada su reducida luz. Las estructuras quedan unidas a través de un sistema simple para juntas de dilatación tipo Goujon Cret. De este modo, no es necesario duplicar la estructura portante vertical en ningún punto del edificio.

1.2.3 SISTEMA ENVOLVENTE

Dado el carácter que se pretende dar al edificio, la estructura mencionada en los apartados anteriores queda vista, conformando parte de la envolvente y generando la imagen principal del edificio.

Así, en espacio que queda entre pórticos se cierra casi íntegramente con vidrio. El sistema elegido está compuesto por carpintería de acero oculta en forma de U que soporta el vidrio, con doble cámara de aire (10+10-12-4-12-6+6), que garantiza una transmitancia térmica adecuada a la zona climática D1 ($U=0,6\text{W/m}^2\text{K} < 2,70\text{W/m}^2\text{K}$).

Dicha carpintería queda por dentro de la pantalla estructural, de manera que se puede aplicar un aislamiento o premarco de madera hacia el interior de la estructura que romperá el puente térmico, consiguiendo una transmitancia térmica en la zona de la pantalla de $0,328\text{W/m}^2\text{K} < 0,60\text{W/m}^2\text{K}$.

Todo este sistema queda cubierto hacia el interior por una pieza prefabricada de hormigón que hace veces de junquillo para la carpintería.

En cuanto a los muros en contacto con el terreno que mantiene una temperatura constante de unos 18°C , se considera que la pérdida de energía es despreciable y se puede prescindir del aislamiento térmico. Así lo corrobora la simulación energética, que da como resultado un edificio con calificación B.

1.2.4 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN Y ACABADOS

En cuanto al sistema de compartimentación, se ha optado por la colocación de cajas de entramado autoportante de madera, cerradas con panel aglomerado de madera-cemento Duripanel y acabadas bien con lamas de madera de roble semicepillada con dos capas de aceite de acabado Sanded Pearl de la casa Weiss o bien con alicatado porcelánico de la casa Porcelanosa.

Los muros de separación entre sectores de incendios son muros dobles de hormigón armado visto con aislamiento en el interior que cumplen con las condiciones de aislamiento térmico así como de resistencia al fuego.

En cuanto a los acabados de techo, hay tres tipos: el primer tipo será hormigón armado visto. El segundo tipo será falso techo acústico de madera perforada modelo PAP de la casa Decustik para aulas, albergue, vivienda y algunas zonas de la sala de exposición según queda detallado en el plano de instalación eléctrica (I09). Por último, en las mencionadas cajas de tabique autoportante de madera-cemento, el techo se baja conformando una "caja de madera" que contiene usos servidores y que tendrá un acabado visto del mencionado panel aglomerado de madera-cemento de la casa Duripanel con un tono similar al del hormigón armado visto. Este panel es apto para cuartos húmedos.

Se cuenta también con tres acabados de suelo en función del espacio al que nos referimos: el acabado que predomina en el proyecto, en los usos principales del edificio, será el de baldosa Arenisca Uncastillo de la casa Olnasa con un formato de $120\times 40\times 5\text{cm}$. En los cuartos húmedos y almacenes, se instalará un pavimento de baldosa de gres porcellanato modelo Arizona Arena de la casa Porcelanosa con un formato de $120\times 59,6\times 2\text{cm}$. En los espacios de instalaciones se opta por un acabado de hormigón pulido de árido fino con polvo de cuarzo que adquiere la resistencia necesaria para este tipo de usos.

1.2.5 SISTEMA DE CUBIERTAS

Se trata de un sistema de cubierta con acabado vegetal cuya base resistente es la losa (de diferente espesor en función de la luz que ha de salvar) que se ha mencionado en el apartado de Estructura horizontal. Sobre dicha losa se aplica un hormigón celular para la formación de pendiente para, a continuación, instalar una lámina impermeabilizante de betún modificado con elastómeros de 0,4cm de espesor, sobre la cual se coloca una lámina geotextil que la proteja frente a posibles pinchazos y desperfectos. A continuación, una capa de aislamiento térmico XPS de 10cm cubierta de nuevo por una lámina geotextil. Sobre ella, una lámina nodular drenante de 4cm de espesor sobre la que se verterá la tierra vegetal que sirve de acabado a la cubierta.

La evacuación de aguas pluviales se lleva a cabo mediante sumideros dimensionados de acuerdo a lo establecido por el CTE DB HS5. Los de la cubierta de la planta baja (cota 5m), se derivan a sendas bajantes que atraviesan algunos pilares interiores y conducen el agua de lluvia hasta un colector enterrado en el plano de cimentación del edificio. Los de la cubierta de la planta primera (cota 9,5m) se conducen hasta un colector situado tras el muro de contención de tierras, próximo a su cota superior, de manera que no es necesario realizar una instalación de bajantes a través del edificio.

1.2.6 SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

El presente Proyecto de Ejecución lleva a cabo el planteamiento de las instalaciones y acondicionamiento necesario para cumplir con los requisitos de habitabilidad y funcionalidad que exige la normativa. Se proyectan instalaciones en términos de:

SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

Se realiza una instalación de seguridad en caso de incendio que garantiza que un incendio de carácter accidental pueda ser combatido. Para ello, se instalará una hidrante exterior así como las bocas de incendio equipadas establecidas por el CTE para un edificio de estas características. Asimismo, se instalarán extintores portátiles, alumbrado de emergencia, detectores de incendios y un sistema de alarma. Se instalan las salidas de emergencia necesarias de manera que los recorridos de evacuación no superen los 50m (en caso de haber dos posibles salidas) o 25m (en caso de haber una única salida). Las puertas que separan dos sectores de incendios tienen la resistencia al fuego establecida por la normativa.

VENTILACIÓN

Se instala un sistema de ventilación mecánica que se compone de 2 UTAS instaladas en el centro de interpretación, una que da servicio a la zona de aulas y corredor, y otra que da servicio a la sala de exposición. Los conductos de aire se llevan por el forjado sanitario. La impulsión se realiza desde el lado más próximo a la fachada principal, mientras que el retorno de aire se realiza por la parte posterior del edificio.

El espacio de albergue dispone de 1 UTA, también con sistema de recuperación de calor y un esquema de distribución, impulsión y recogida de aire similar al explicado para el centro de interpretación.

Los aseos tienen un sistema de extracción independiente que permite que el aire viciado se expulse directamente a la calle a través de los patios de ambas plantas.

Las cocinas, ambas con carácter doméstico, se sirven de campanas extractoras con filtro de carbón activo, de manera que no es necesaria la instalación de chimeneas que interfieran con el paisaje.

ABASTECIMIENTO DE AGUA FRÍA

El abastecimiento de agua fría se realiza a través de la conexión directa a la red pública de abastecimiento. Se dispone una acometida que se conecta con la planta primera, donde se sitúa el cuadro general de contadores individuales, y desde allí se distribuye a todo el proyecto.

Los conductos se llevan por el suelo y tabiques o muros necesarios hasta dar servicio a los diferentes aparatos.

AGUA CALIENTE SANITARIA

Para la producción de ACS se dispone de una bomba de calor específica, situada en el cuarto de instalaciones del albergue y que da servicio a todo el proyecto (cocina y vestuarios de albergue, cocina y aseo de vivienda y aseos de centro de interpretación).

Esta bomba de calor está conectada a un sistema geotérmico de circuito cerrado que se beneficia de la temperatura constante del terreno para calentar el agua a través de un intercambiador de placas integrado en la bomba de calor.

Los conductos se llevan por el suelo y tabiques o muros necesarios hasta dar servicio a los diferentes aparatos.

CLIMATIZACIÓN

Suelo radiante

En invierno, se dispone de un sistema de calefacción por suelo radiante alimentado por dos bombas de calor (una que da servicio al albergue, situada en la planta primera, y una que da servicio al centro de interpretación, situada en la planta baja).

De nuevo la bomba de calor está conectada al circuito geotérmico, de manera que la energía que consume es renovable y autoproducida.

Suelo refrescante

El mismo circuito de suelo radiante se transforma en suelo refrescante en época estival de manera que las mismas dos bombas de calor producen frío en lugar de calor.

SANEAMIENTO

Saneamiento residuales

El saneamiento de aguas residuales se lleva directamente a colectores enterrados a la cota de la cimentación y se conecta directamente a la red pública de saneamiento.

Saneamiento pluviales

Por su parte, el agua de lluvia queda recogida por el sistema explicado en el apartado de descripción de la cubierta así como por sendos tubos de drenaje situados en la parte inferior de los muros de contención de tierras.

El agua pluvial recogida en la planta baja se conduce hacia el río Robo mientras que el agua pluvial recogida en la planta primera se conduce una zona de gravas lo suficientemente alejada del edificio que drena el agua y la distribuye en el terreno existente.

ELECTRICIDAD

El cableado de iluminación, electricidad y telecomunicaciones se lleva a través del suelo o bien por los elementos de hormigón a través de tubos fijados a dicho efecto antes del hormigonado. De esta manera, se ponen en funcionamiento luminarias empotradas en el hormigón, luminarias en falso techo acústico y luminarias en falso techo de madera-cemento, así como todas las unidades terminales de fuerza, enchufes, interruptores y tomas para telecomunicaciones.

La conexión a la red de electricidad se realiza próxima al cuarto de contadores generales situado en el cuarto de instalaciones de la planta primera. El circuito dispone de Caja General de Protección accesible desde el exterior así como de todos los elementos que garantizan la seguridad y su buen funcionamiento. El edificio dispone de toma de tierra.

Además, en caso de fallo de la conexión eléctrica, existe un grupo electrógeno alimentado con gasóleo con capacidad suficiente para garantizar el funcionamiento del alumbrado de emergencia así como el buen funcionamiento de los sistemas de protección contra incendios.

1.3 CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.3.1 DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

La estructura se ha comprobado de acuerdo a la normativa siguiente:

- Acciones: CTE DB SE-AE
- Viento: CTE DB SE-AE
- Hormigón EHE 08
- Otras: CTE DB SE-C, CTE DB SI

La justificación del cálculo de la estructura se encuentra adjunta en el apartado *1.4.1 Anexo estructural*.

CUMPLIMIENTO DEL DB-SE. BASES DE CÁLCULO

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los estados límite, que son aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

SE1. Resistencia y estabilidad

La estructura se ha calculado frente a los estados límite últimos, que 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. En general se han considerado las siguientes:

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

Las verificaciones de los estados límite últimos que aseguran la capacidad portante de la estructura, establecidas en el DB-SE 4.2, son las siguientes:

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de todos los elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$Ed \leq Rd \text{ siendo:}$$

Ed valor de cálculo del efecto de las acciones

Rd valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y de todas las partes independientes del mismo, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$$Ed,dst \leq Ed,stb \text{ siendo:}$$

Ed,dst valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

Ed,stb valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

SE 2. Aptitud al servicio

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

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

a) las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;

b) las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;

c) los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Las verificaciones de los estados límite de servicio, que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto en el DB-SE 4.3.

CUMPLIMIENTO DEL DB-SE-AE. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN.

Las acciones sobre la estructura para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural, capacidad portante (resistencia y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE se han determinado con los valores dados en el DB-SE-AE.

CUMPLIMIENTO DEL DB-SE-C. CIMENTOS.

El comportamiento de la cimentación en relación a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) se ha comprobado frente a los estados límite últimos asociados con el colapso total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación. En general se han considerado los siguientes:

a) pérdida de la capacidad portante del terreno de apoyo de la cimentación por hundimiento, deslizamiento o vuelco;

b) pérdida de la estabilidad global del terreno en el entorno próximo a la cimentación;

c) pérdida de la capacidad resistente de la cimentación por fallo estructural; y

d) fallos originados por efectos que dependen del tiempo (durabilidad del material de la cimentación, fatiga del terreno sometido a cargas variables repetidas).

Las verificaciones de los estados límite últimos, que aseguran la capacidad portante de la cimentación, son las siguientes:

En la comprobación de estabilidad, el equilibrio de la cimentación (estabilidad al vuelco o estabilidad frente a la subpresión) se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \text{ siendo:}$$

$E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras;

$E_{d,stab}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

En la comprobación de resistencia, la resistencia local y global del terreno se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_d \leq R_d \text{ siendo}$$

E_d el valor de cálculo del efecto de las acciones;

R_d el valor de cálculo de la resistencia del terreno.

La comprobación de la resistencia de la cimentación como elemento estructural se ha verificado cumpliendo que el valor de cálculo del efecto de las acciones del edificio y del terreno sobre la cimentación no supera el valor de cálculo de la resistencia de la cimentación como elemento estructural.

El comportamiento de la cimentación en relación a la aptitud al servicio se ha comprobado frente a los estados límite de servicio asociados con determinados requisitos impuestos a las deformaciones del terreno por razones estéticas y de servicio. En general se han considerado los siguientes:

a) los movimientos excesivos de la cimentación que puedan inducir esfuerzos y deformaciones anormales en el resto de la estructura que se apoya en ellos, y que aunque no lleguen a romperla afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;

b) las vibraciones que al transmitirse a la estructura pueden producir falta de confort en las personas o reducir su eficacia funcional;

c) los daños o el deterioro que pueden afectar negativamente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

La verificación de los diferentes estados límite de servicio que aseguran la aptitud al servicio de la cimentación, es la siguiente:

El comportamiento adecuado de la cimentación se ha verificado, para las situaciones de dimensionado pertinentes, cumpliendo la condición:

$$E_{ser} \leq C_{lim} \text{ siendo}$$

E_{ser} el efecto de las acciones;

C_{lim} el valor límite para el mismo efecto.

1.3.2 DB SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

A la hora de realizar un Proyecto de Ejecución, es necesario tener en cuenta las exigencias del CTE en términos de seguridad en caso de incendio, que están clasificadas según los siguientes apartados:

- SI 1 Propagación interior
- SI 2 Propagación exterior
- SI3 Evacuación de ocupantes
- SI4 Instalaciones de protección contra incendios
- SI 5 Intervención de los bomberos
- SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

Todos ellos son justificados en este apartado.

SI 1 PROPAGACIÓN INTERIOR

Compartimentación interior

En este apartado, el DB SI expone que "los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio que se establecen en la tabla 1.1". Como se expone en la memoria descriptiva, los usos de que dispone el presente proyecto son: pública concurrencia, docente, residencial público y residencial privado; por lo que los requisitos que han de cumplir son los siguientes:

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
En general	<ul style="list-style-type: none">- Todo establecimiento debe constituir <i>sector de incendio</i> diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los <i>establecimientos</i> cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea <i>Docente, Administrativo o Residencial Público</i>.- Toda zona cuyo <i>uso previsto</i> sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un <i>sector de incendio</i> diferente cuando supere los siguientes límites:<ul style="list-style-type: none">Zona de <i>uso Residencial Vivienda</i>, en todo caso.Zona de alojamiento⁽¹⁾ o de <i>uso Administrativo, Comercial o Docente</i> cuya superficie construida exceda de 500 m².Zona de uso Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 500 personas.Zona de <i>uso Aparcamiento</i> cuya superficie construida exceda de 100 m².⁽²⁾Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de <i>independencia</i>.- Un espacio diáfano puede constituir un único <i>sector de incendio</i> que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.- No se establece límite de superficie para los <i>sectores de riesgo mínimo</i>.
Residencial Vivienda	<ul style="list-style-type: none">- La superficie construida de todo <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m².- Los elementos que separan viviendas entre sí deben ser al menos EI 60.

Residencial Público

- La superficie construida de cada *sector de incendio* no debe exceder de 2.500 m².
- 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 m², puertas de acceso EI₂ 30-C5.

Docente

- Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada *sector de incendio* no debe exceder de 4.000 m². Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en *sectores de incendio*.

Hospitalario

- 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 m² 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 m², que tengan salidas directas al *espacio exterior seguro* y cuyos recorridos de *evacuación* hasta ellas no excedan de 25 m.
- En otras zonas del edificio, la superficie construida de cada *sector de incendio* no debe exceder de 2.500 m².

Pública Concurrencia

- La superficie construida de cada *sector de incendio* no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.
- 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 m² siempre que:
 - a) estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;
 - 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*;
 - c) los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y B_{FL}-s1 en suelos;
 - d) la *densidad de la carga de fuego* debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y
 - e) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable.
- Las *cajas escénicas* deben constituir un *sector de incendio* diferenciado.

Aparcamiento

Debe constituir un *sector de incendio* diferenciado cuando esté integrado en un edificio con otros usos. Cualquier comunicación con ellos se debe hacer a través de un *vestíbulo de independencia*.

Los *aparcamientos robotizados* situados debajo de otro uso estarán compartimentados en *sectores de incendio* que no excedan de 10.000 m³.

(1) Por ejemplo, las zonas de dormitorios en establecimientos docentes o, en hospitales, para personal médico, enfermeras, etc.

(2) Cualquier superficie, cuando se trate de *aparcamientos robotizados*. Los aparcamientos convencionales que no excedan de 100 m² se consideran locales de riesgo especial bajo.

(3) Se recuerda que las zonas de uso industrial o de almacenamiento a las que se refiere el ámbito de aplicación del apartado Generalidades de este DB deben constituir uno o varios *sectores de incendio* diferenciados de las zonas de *uso Comercial*, en las condiciones que establece la reglamentación específica aplicable al uso industrial.

(4) Los elementos que separan entre sí diferentes establecimientos deben ser EI 60. Esta condición no es aplicable a los elementos que separan a los establecimientos de las zonas comunes de circulación del centro.

(5) Dichos *establecimientos* deberán cumplir además las condiciones de compartimentación que se establecen para el uso Pública Concurrencia.

Seguindo esta normativa y como se ve en el plano I01 Prevención de incendios, el proyecto está compuesto por 5 sectores de incendios diferentes:

Espacio	Superficie (m ²)	Superficie máxima (m ²)
Centro de interpretación	1488,05	2500
Instalaciones C.Interpretación	124,80	
Albergue	997,54	2500
Instalaciones albergue	65,46	

Así, los elementos de compartimentación entre sectores cumplen los siguientes parámetros de resistencia al fuego (Tabla 1.2):

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio^{(1) (2)}

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Todas las compartimentaciones situadas en la planta primera, correspondiente al uso de albergue y vivienda, tienen una resistencia al fuego EI 60.

Por su parte, los elementos compartimentadores de la planta primera adoptan la exigencia más desfavorable, es decir, EI90.

Únicamente existe una puerta de paso entre sectores de incendio, que es la puerta que separa el cuarto de instalaciones del centro de interpretación con el resto del centro; esta puerta tendrá EI₂ 45-C5.

Además de la tabla 1.2 y conforme al SI 6, el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales puede adoptarse para los elementos separadores de los diferentes sectores de incendios.

Locales y zonas de riesgo especial

Según el DB SI, "los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican según los criterios que se establecen en la tabla 2.1 y deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

Además, los locales destinados a albergar instalaciones y equipos que dispongan de un reglamento específico deberán cumplir los requisitos tanto de éstos, como del DB SI.

Se procede a determinar aquellos locales existentes en el presente proyecto y que pueden ser considerados locales de riesgo especial:

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios⁽¹⁾

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ^{(2),(4)}	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 ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 30 -C5	2 x EI ₂ 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local ⁽⁵⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Las condiciones de *reacción al fuego* de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de esta Sección.

⁽²⁾ El tiempo de *resistencia al fuego* no debe ser menor que el establecido para los sectores de incendio del uso al que sirve el local de riesgo especial, conforme a la tabla 1.2, excepto cuando se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa *el tiempo equivalente de exposición al fuego* determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma *resistencia al fuego* que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la *resistencia al fuego* R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

⁽⁴⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del recinto.

La *resistencia al fuego* del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

⁽⁵⁾ El recorrido por el interior de la zona de riesgo especial debe ser tenido en cuenta en el cómputo de la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de planta. Lo anterior no es aplicable al recorrido total desde un garaje de una vivienda unifamiliar hasta una salida de dicha vivienda, el cual no está limitado.

⁽⁶⁾ Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una Instalación automática de extinción.

Todos los elementos de la estructura, como se puede comprobar en el apartado 5.1 Anexo estructural, cumplen, al menos, la exigencia establecida R90. Asimismo, todos los elementos de compartimentación cumplen las exigencias de resistencia a fuego establecidas en la tabla 2.2. A pesar de no ser necesario un vestíbulo de independencia, la sala de instalaciones del centro de interpretación cuenta con uno.

Espacios ocultos. Paso de instalación a través de elementos de compartimentación de incendios

El DB SI 1 en su apartado 3 establece que "la compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc."

"La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm²."

En el caso del presente proyecto, el paso de las instalaciones tiene una resistencia al fuego EI 90, la misma que las particiones interiores más desfavorables del proyecto.

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

Los elementos constructivos cumplen con las condiciones de reacción al fuego que se especifican en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
<i>Pasillos y escaleras protegidos</i>	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -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 _{FL} -s2 ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En *uso Hospitalario* se aplicarán las mismas condiciones que en *pasillos y escaleras protegidos*.

⁽⁵⁾ Véase el capítulo 2 de esta Sección.

⁽⁶⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

SI 2 PROPAGACIÓN EXTERIOR

En este apartado, se acogen las exigencias que el edificio ha de cumplir con respecto a la propagación exterior del fuego a través de fachadas, medianeras y cubiertas.

Medianerías y fachadas

Analizadas las exigencias del DB SI2 respecto a medianerías y fachadas, dichos elementos del edificio deben tener una resistencia al fuego mínima EI 60 por estar lo suficientemente alejados del edificio más próximo (Santa María de Eunate).

El edificio cumple el requisito de limitación de propagación vertical de incendio por fachada entre dos sectores de incendio por la existencia de un desfase horizontal (equiparable al saliente horizontal) que evita la propagación.

La mayoría de vidrios son fijos con un valor EI 60, de manera que se garantiza la resistencia al fuego de la fachada.

Cubiertas

Las cubiertas del edificio tienen una resistencia al fuego mínima REI 60.

Como se ha especificado en el apartado anterior, la fachada cuenta con una EI 60, por lo que se cumple el requisito de prevención de propagación de incendios en el encuentro de cubierta y fachada.

SI 3 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

Compatibilidad de los elementos de evacuación

No hay exigencias al respecto.

Cálculo de la ocupación

Se ha realizado el cálculo de la ocupación de los distintos espacios en función de la tabla 2.1 del DB SI 3, que determina una densidad de ocupación en función de la superficie útil para cada uno de los tipos de uso. En general, la ocupación se determina en base a este parámetro. En ocasiones en las que la ocupación esté limitada por el carácter de uso, se tomará esta última.

Se ha de tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas del proyecto según la actividad y el uso previsto para el edificio.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	<i>Ocupación nula</i>
	Aseos de planta	3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	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
<i>Docente</i>	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
<i>Pública concurcencia</i>	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	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	

Así, la ocupación de las diferentes salas queda como sigue:

CENTRO DE INTERPRETACIÓN	PAX
Sala de exposición	277
Aula 1	73
Aula 2	73
Aula 3	73
ALBERGUE	PAX
Estar	56
Comedor	56 (no simultáneo con estar)
Vivienda	2

Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

En este apartado se establece la longitud del recorrido de evacuación en función del número de salidas disponibles desde el origen del recorrido. Estos requisitos quedan fijados en la tabla 3.1:

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación⁽¹⁾

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 m².</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"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas; - 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; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> 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"> - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; - 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. <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>⁽²⁾, 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 ⁽³⁾	<p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> 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"> - 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. - 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. <p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> 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>

Desde la mayoría de puntos del edificio, el usuario dispone de dos recorridos alternativos hacia dos salidas de planta distintas. Únicamente desde la sala de reflexión y desde el extremo sur de los dormitorios hay una única salida, por lo que el recorrido se adapta a las exigencias de este tipo.

Dimensionado de los medios de evacuación

En este apartado se establecen las características que han de cumplir los elementos de evacuación. En este caso, únicamente existen puertas de evacuación, pasos y pasillos. No existen escaleras que conecten ambas plantas y las salidas desde casi todos los espacios son directamente al espacio exterior. Únicamente la salida del cuarto de instalaciones de la planta baja es una salida a otro sector de incendios que cumple los requisitos de evacuación.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.

Puertas situadas en recorridos de evacuación

La norma establece que "las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles, con eje de giro vertical y su sistema de cierre no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar o consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo".

El dispositivo de apertura se trata de una manilla conforme a la UNE-EN 1125:2009 y abrirá en el sentido de la evacuación de los ocupantes excepto en el caso de la vivienda, que se abrirá hacia el interior.

Señalización de los medios de evacuación

Las señales que indican los medios de evacuación cumplen con la norma UNE 23034:1988 y serán visibles incluso cuando exista un fallo en el suministro del alumbrado normal.

Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

Todos los recorridos de evacuación son accesibles, por lo que no es necesario adoptar medidas especiales ni por las características del proyecto, ni por falta de posibilidad de evacuación.

SI 4 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Según el tipo de uso de los volúmenes que conforman el proyecto, se deberán disponer unas instalaciones de protección contra incendios. Estos requisitos quedan establecidos en la tabla 1.1 del SI 4.

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	<p>Uno de eficacia 21A -113B:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo <i>origen de evacuación</i>. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1⁽¹⁾ de este DB.
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 ⁽²⁾
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 28 m
Hidrantes exteriores	<p>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 m² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m².</p> <p>Al menos un hidrante hasta 10.000 m² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.⁽³⁾</p>
Instalación automática de extinción	<p>Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m.</p> <p>En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario</i> o <i>Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso⁽⁴⁾</p> <p>En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.</p>
Residencial Público	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² o el <i>establecimiento</i> está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas. ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁸⁾
Instalación automática de extinción	Si la altura de evacuación excede de 28 m o la superficie construida del <i>establecimiento</i> excede de 5 000 m ² .
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10 000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Pública concurrencia	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	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 ² . ⁽⁸⁾
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽³⁾

- (1) Un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales y zonas de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.
 - (2) Los equipos serán de tipo 45 mm, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda*, en lo que serán de tipo 25 mm.
 - (3) Para el cómputo de la dotación que se establece se pueden considerar los hidrantes que se encuentran en la vía pública a menos de 100 m de la fachada accesible del edificio. Los hidrantes que se instalen pueden estar conectados a la red pública de suministro de agua.
 - (4) Para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos directamente destinados a la preparación de alimentos y susceptibles de provocar ignición. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan. La protección aportada por la instalación automática cubrirá los aparatos antes citados y la eficacia del sistema debe quedar asegurada teniendo en cuenta la actuación del sistema de extracción de humos.
 - (5) Los municipios pueden sustituir esta condición por la de una instalación de bocas de incendio equipadas cuando, por el emplazamiento de un edificio o por el nivel de dotación de los servicios públicos de extinción existentes, no quede garantizada la utilidad de la instalación de columna seca.
 - (6) El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas. Las señales visuales serán perceptibles incluso en el interior de *viviendas accesibles para personas con discapacidad auditiva* (ver definición en el Anejo SUA A del DB SUA).
 - (7) Los equipos serán de tipo 25 mm.
 - (8) El sistema dispondrá al menos de detectores de incendio.
 - (9) La condición de disponer detectores automáticos térmicos puede sustituirse por una instalación automática de extinción no exigida.
-

Se instalarán extintores portátiles de manera que desde cualquier punto del edificio se pueda acceder a uno de ellos en un recorrido no superior a 15m, así como en locales de riesgo especial.

Es necesario instalar bocas de incendio equipadas de manera que no haya más de 25m desde cualquier punto del edificio a una de ellas.

Se instalará un sistema de detección de fuego y alarma, con un pulsador de alarma de manera que se emita una señal sonora que alerte de un posible incendio.

Se instalará alumbrado de emergencia a lo largo de todos los recorridos de evacuación, así como en los cambios de dirección y en las puertas que garantice una visibilidad suficiente en caso de fallo en el suministro de la red eléctrica.

Por la dimensión del presente proyecto, es necesaria la instalación de una hidrante en el exterior del edificio. Dicha hidrante se instalará en la cota 0m de manera que sea rápidamente accesible para el cuerpo de bomberos.

Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Las instalaciones manuales de protección contra incendios, como los extintores, las bocas de incendio, etc., se deberán señalar mediante señales que cumplan lo exigido en la norma UNE 23033-1, cuyo tamaño sea de 594mm x 594mm, de manera que sea visible a una distancia de entre 20m y 30m, también ante un fallo de suministro eléctrico normal.

SI 5 INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS

Los viales de aproximación al edificio tienen una anchura mayor o igual a 3,5m, una altura libre de más de 4,5m y una capacidad portante de más de 20kN/m². Los radios de giro son superiores a 5,30m.

Se dispone de una anchura libre mayor a 5m en la proximidad a la fachada del edificio. Así como una resistencia a punzonamiento del suelo adecuada a las exigencias de la norma, incluidas las tapas de registro de las canalizaciones de red.

El edificio es accesible desde la fachada a través de las puertas de acceso y evacuación o, en caso de necesidad, la rotura de uno de los vidrios fijos.

El edificio cumple con todos los requisitos para la adecuada intervención de los bomberos en caso de incendio.

SI 6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Resistencia al fuego de la estructura

Un elemento tiene suficiente resistencia al fuego siempre sea capaz de resistir los esfuerzos que se le atribuyen en un funcionamiento normal durante un tiempo suficiente para permitir la evacuación normal de los ocupantes del edificio.

En el apartado *1.4.1 Anexo estructural* queda comprobada la resistencia al fuego de los elementos estructurales del proyecto.

Elementos estructurales principales

La resistencia al fuego suficiente para elementos estructurales principales queda fijada en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

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

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

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

⁽³⁾ R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

En el caso de la estructura incluida en los locales de riesgo especial, es necesario adoptar los valores de la tabla 3.1

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios⁽¹⁾

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

Elementos estructurales secundarios

En este caso no hay elementos estructurales secundarios, por lo que no procede la contemplación de este apartado

1.3.3 DB SUA SEGURIDAD Y UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

En este Documento Básico, el CTE establece reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. El cumplimiento de los siguientes requisitos garantiza la aptitud de uso y accesibilidad del edificio.

SUA 1 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

Resbaladidad de los suelos

Los suelos de los edificios de uso residencial público, docente y pública concurrencia, a excepción de en zonas de ocupación nula (definidas por el DB SI), deben tener la resistencia a deslizamiento comprendida entre los valores de la tabla 1.1 en función de su clase, establecida en la tabla 1.2 de este apartado. El pavimento del presente proyecto se adecúa a estas necesidades:

Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento R_d se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

- 3 La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, en función de su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

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

⁽¹⁾ Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

⁽²⁾ En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Discontinuidades de pavimento

El suelo no tendrá juntas con un resalto mayor de 4mm. Los elementos especiales salientes del nivel del pavimento no superarán su cota en más de 12mm. En el caso de que estos salientes estén situados de manera perpendicular al sentido de circulación, si superan los 6mm, su ángulo con el pavimento será menor que 45°.

Únicamente hay un leve desnivel en los accesos, para favorecer la evacuación de agua en caso de que alcance dichos puntos. En todo caso no superará una pendiente del 25% (será de en torno al 1%).

Desniveles

No existirán desniveles que requieran la aplicación de este apartado. Los desniveles existentes se achacan al terreno natural y, por tanto, no procede la aplicación de este DB.

Escaleras y rampas

No aparecen en el proyecto escaleras ni rampas, por lo que no procede la aplicación de este apartado.

Limpieza de los acristalamientos exteriores

Los acristalamientos son accesibles interior y exteriormente desde la cota 0m relativa a cada planta y, por tanto, no es necesario tomar medidas de apertura o bloqueo de carácter especial.

SUA 2 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O DE ATRAPAMIENTO

Impacto

La altura libre de circulación es en todo caso mayor a 2,20m, por lo que no hay riesgo de impacto con elementos fijos.

En el caso de elementos practicables (puertas), incluso en el momento en el que se encuentren abiertas e invadan un espacio de paso, siempre quedará un ancho libre de circulación adecuado a las necesidades de evacuación.

Los vidrios y puertas están adecuados a las exigencias establecidas en este apartado del DB SUA:

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

- 2 Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):
 - a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;
 - b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

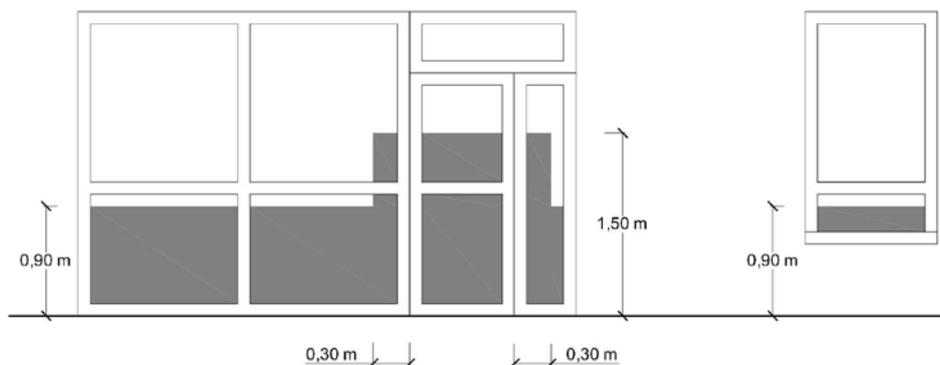


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

- 3 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.

Las superficies acristaladas fijas serán debidamente identificadas como tal de manera que no haya lugar a confusión ni riesgo de impacto.

Atrapamiento

Las puertas correderas de que dispone el proyecto (en vivienda) son empotradas y de apertura manual y por tanto no existe riesgo de atrapamiento con elementos fijos.

SUA 3 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

Aprisionamiento

Las puertas de los recintos públicos cumplen con los requisitos de accesibilidad, peso (140N) y prevención de riesgo de atrapamiento. La fuerza de maniobra de apertura y cierre de las distintas puertas será calculada según lo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

SUA 4 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

Alumbrado normal en zonas de circulación

Se garantiza que todas las zonas de circulación interiores disponen de una iluminación de al menos 100 lux; 20 lux en las zonas exteriores.

Alumbrado de emergencia

El edificio dispone de un alumbrado de emergencia que garantice la visibilidad suficiente en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal. Dicho alumbrado se sitúa a lo largo de los recorridos de evacuación, en los giros dentro de dichos recorridos y en el interior y exterior de las puertas de paso. También próximos a los elementos de extinción de incendios y a la señalización que indica las vías y medios de evacuación.

Por si fallase el suministro de red, el sistema está conectado a un grupo electrógeno de gasoil que garantiza el funcionamiento del sistema para facilitar la evacuación de los ocupantes.

Las bandas de evacuación de más de 2m de ancho serán tratadas como la suma de varias bandas de 2m (iluminancia horizontal en el suelo como mínimo de 1 lux en el eje central).

En los puntos donde están situados los equipos de seguridad, la iluminancia horizontal será de 5 lux como mínimo.

SUA 5 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES DE ALTA OCUPACIÓN

En ningún caso se contará con una ocupación de 3000 espectadores y, por tanto, este apartado no es de aplicación.

SUA 6 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

No existe riesgo de ahogamiento. Únicamente aparecen 2 depósitos para incendios en espacios de acceso privado y que cuentan con los sistemas de protección adecuados.

SUA 7 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

No procede su aplicación.

SUA 8 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO

Para determinar la necesidad de protección frente a rayo, es necesario hacer un cálculo en función de los parámetros de probabilidad de que el edificio sea alcanzado por un rayo. Para ello, es necesario seguir el procedimiento establecido en este apartado del DB SUA:

1 Procedimiento de verificación

- 1 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 .
- 2 Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos 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.
- 3 La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]} \quad (1.1)$$

siendo:

N_g densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km²), obtenida según la figura 1.1;

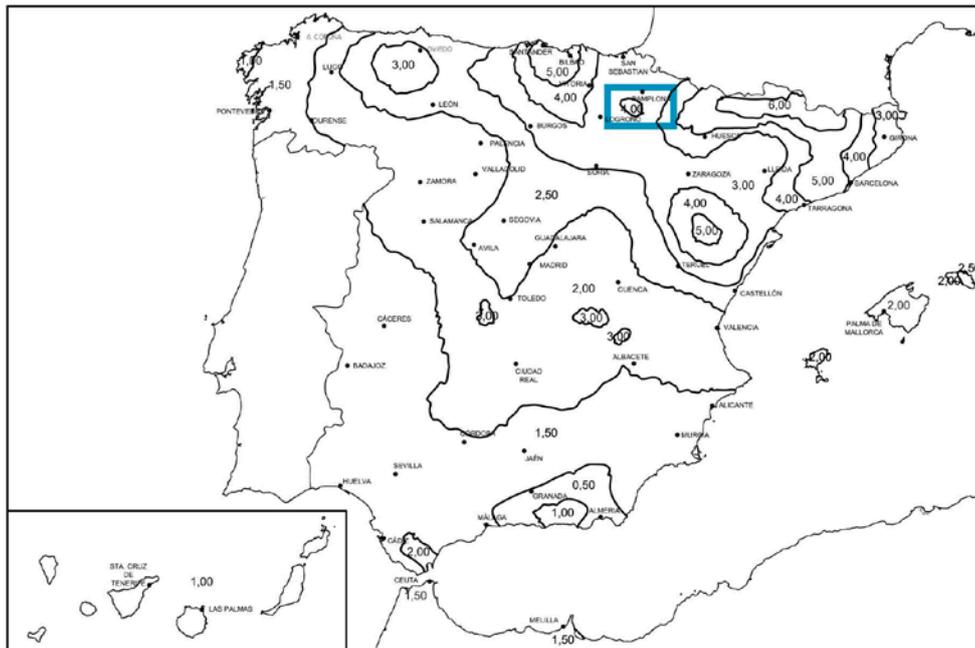


Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g

A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², 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.

Situación del edificio	C ₁
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

- 4 El riesgo admisible, N_a, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} \quad (1.2)$$

siendo:

- C₂ coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;
 C₃ coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;
 C₄ coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;
 C₅ coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

	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

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

2 Tipo de instalación exigido

- 1 La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} \quad (2.1)$$

- 2 La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SUA B:

Eficiencia requerida	Nivel de protección
E ≥ 0,98	1
0,95 < E < 0,98	2
0,80 ≤ E < 0,95	3
0 < E < 0,80 ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

De este modo, se comprueba que el presente proyecto requiere un nivel 3 de protección frente a la acción del rayo.

SUA 9 ACCESIBILIDAD

En este apartado se establecen los criterios que garantizan el acceso y utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

Condiciones de accesibilidad

CONDICIONES FUNCIONALES

Se garantiza que el acceso al edificio tiene un único recorrido accesible que será el utilizado por todos los usuarios, de manera que no aparece ningún tipo de discriminación positiva ni negativa ni diferenciación entre usuarios.

No se realiza una comunicación entre plantas del edificio y por tanto no procede el requisito de accesibilidad entre plantas del edificio.

Las dos plantas que componen el edificio están realizadas a una única cota relativa, sin desniveles, por lo que se garantiza la accesibilidad en ambas plantas del edificio. Así, todos los espacios del edificio están dimensionados de manera que cumplen las condiciones de accesibilidad.

DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

Por existir un uso residencial público que da habitación a 56 usuarios, se garantiza que al menos 2 de las plazas ofertadas serán accesibles.

No procede el cálculo de aparcamientos accesibles.

Los interruptores, dispositivos de intercomunicación y pulsadores de alarma son mecanismos accesibles tal y como establece la normal.

Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

Al tratarse de edificios de uso público, todas las entradas al edificio, así como aseos y vestuarios (que garantizan un diámetro libre de 1,5m), deben estar señalizadas como accesibles mediante SIA.

Las características y dimensiones del SIA se establecen en la norma UNE 41501:2002.

1.3.4 DB HS SALUBRIDAD

Este documento básico establece las reglas y procedimientos para alcanzar las exigencias básicas de "higiene, salud y protección del medio ambiente".

HS 1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

En este apartado se contemplan los requisitos de protección frente a humedad de muros y suelos en contacto con el terreno así como cerramientos en contacto con el aire exterior.

Muros

Los muros en contacto con el terreno deben tener el grado de impermeabilidad establecido en la tabla 2.1 de este apartado en función de la presencia de agua.

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

En función de este grado de impermeabilidad, se establecen en la tabla 2.2 las condiciones de la solución constructiva del muro.

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla			
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	
Grado de impermeabilidad	≤ 1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
≤ 2	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1	
≤ 3	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1	
≤ 4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1	
≤ 5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 ⁽¹⁾		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1	

- (1) Solución no aceptable para más de un sótano.
 (2) Solución no aceptable para más de dos sótanos.
 (3) Solución no aceptable para más de tres sótanos.

Al contar con un encuentro de este muro con una cubierta enterrada, el impermeabilizante del muro debe soldarse o unirse al de la cubierta.

En las esquinas, se debe colocar una banda o capa de refuerzo del mismo material impermeabilizante utilizando una anchura mínima de 15cm centrada en la arista.

Suelos

Lo mismo ocurre con los suelos en contacto con el terreno (aún con cámara sanitaria ventilada). La tabla 2.3 establece el grado de impermeabilidad, y la tabla 2.4 la solución constructiva que se ha de adoptar:

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

		Muro flexorresistente o de gravedad										
		Suelo elevado			Solera			Placa				
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención		
Grado de impermeabilidad	≤1			V1		D1		C2+C3+D1		D1		C2+C3+D1
	≤2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1
	≤3	I2+S1+S3+ V1	I2+S1+S3+ V1	I2+S1+S3+ V1+D3+D4	C1+C2+C3 +I2+D1+D2 +S1+S2+S3	C1+C2+C3 +I2+D1+D2 +S1+S2+S3	C2+C3+I2+ D1+D2+C1 +S1+S2+S3	C2+C3+I2+ D1+D2+C1 +S1+S2+S3	C1+C2+C3 +I2+D1+D2 +S1+S2+S3	C1+C2+I2+ +D1+D2+S1 +S2+S3		
	≤4	I2+S1+S3+ V1	I2+S1+S3+ V1+D4		C2+C3+I2+ D1+D2+P2+ S1+S2+S3	C2+C3+I2+ D1+D2+P2+ S1+S2+S3	C1+C2+C3 +I1+I2+D1+ D2+D3+D4 +P1+P2+S1 +S2+S3	C2+C3+I2+ D1+D2+P2+ S1+S2+S3	C2+C3+I2+ D1+D2+P2+ S1+S2+S3	C1+C2+C3 +D1+D2+D 3+D4+I1+I2 +P1+P2+S1 +S2+S3		
	≤5	I2+S1+S3+ V1+D3	I2+P1+S1+ S3+V1+D3		C2+C3+I2+ D1+D2+P2+ S1+S2+S3	C2+C3+I1+I 2+D1+D2+P 1+P2+S1+S 2+S3		C2+C3+D1 +D2+I2+P2 +S1+S2+S3	C2+C3+I1+I 2+D1+D2+P 1+P2+S1+S 2+S3	C1+C2+C3 +I1+I2+D1+ D2+D3+D4 +P1+P2+S1 +S2+S3		

Al tratarse de un forjado sanitario, este DB establece las características de ventilación que debe cumplir:

V) Ventilación de la cámara:

V1 El espacio existente entre el *suelo elevado* y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s , en cm^2 , y la superficie del *suelo elevado*, A_s , en m^2 debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10 \quad (2.2)$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

Fachadas

El grado de impermeabilidad de las fachadas viene determinado por la zona pluviométrica, que puede obtenerse en la figura 2.4 del presente apartado. En el caso este proyecto, una zona pluviométrica III con un grado de exposición al viento V2. Según la tabla 2.5 de este apartado, el grado de impermeabilidad exigido es:

		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

Así, las condiciones para la solución constructiva de fachada han de ser:

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior			Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾			C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
	≤2				B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2	
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2	
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1		

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sólo hoja, debe utilizarse C2.

Cubiertas

Todas las cubiertas han de tener las mismas características constructivas en lo referente a impermeabilización independientemente de los factores climáticos:

- Han de disponer de un sistema de formación de pendientes (pendiente comprendida entre el 1% y el 5%).
- Han de vapor si se estima, según el cálculo establecido por el DB HE, que se pueden producir condensaciones.
- Una capa separadora que garantice que no hay incompatibilidad entre materiales (sobre o bajo el impermeabilizante).
- Una capa de impermeabilización en el caso de cubiertas planas.
- Aislamiento térmico adecuado a las exigencias del DB HE.
- Una capa de proyección cuando la cubierta sea plana.
- Un sistema de evacuación de aguas dimensionado según el HS 5 (en este caso, sistema de sumideros que cumple los requisitos constructivos establecidos en este apartado).

Se realizará un goterón en cualquier alero o saliente, de manera que se garantice que no haya problemas de infiltraciones.

El encuentro de la cubierta con un elemento vertical está protegido por la capa de impermeabilización, que se solapa al menos 10cm en el paramento horizontal.

Los tubos de drenaje en el perímetro de los muros de contención quedan dimensionados conforme a las tablas 3.1 y 3.2 de este apartado.

HS 3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Por tratarse de un edificio con usos de pública concurrencia, docente, residencial público y residencial privado, se adoptan las exigencias establecidas en el RITE.

Se realiza un cálculo del caudal de ventilación necesario en función de la ocupación de los diferentes espacios y el grado de calidad de aire que es necesario mantener:

Espacio	Superficie útil m ²	Ocupación relativa		Ocupación pax	Ventilación por persona IDA 2 (l/s)	Caudal		
		m ² /pers	nº plazas			l/s	m ³ /s	m ³ /h
Exposición	555	2		277,5	12,5	3468,75	3,46875	12487,5
Distribuidor	243	2		121,5	12,5	1518,75	1,51875	5467,5
Aula	110	1,5	33	73,33333	12,5	916,6667	0,916667	3300

Espacio	Superficie útil m ²	Ocupación relativa		Ocupación pax	Ventilación por persona IDA 2 (l/s)	Caudal		
		m ² /pers	nº plazas			l/s	m ³ /s	m ³ /h
Dormitorios	356	20	56	56	12,5	700	0,7	2520
Estar comedor	243	1	57	57	12,5	712,5	0,7125	2565

También se calcula a través de la aplicación de */sover* la velocidad de impulsión y el área de conducto necesario para cada estancia:

Espacio	Longitud m	Pérdida carga		Dimensiones conducto		Velocidad de impulsión m/s
		Pa/m		Ancho	Alto	
Exposición	58	1	58	66,1	66,1	7,92
Distribuidor	87,1	1	87,1	48,45	48,45	6,43
Aula	87,1	1	87,1	40,25	40,25	5,68

Espacio	Longitud m	Pérdida carga		Dimensiones conducto		Velocidad de impulsión m/s
		Pa/m		Ancho	Alto	
Dormitorios	44	1	44	36,33	36,33	5,3
Estar comedor	91	1	91	36,72	36,72	5,34

HS 4 SUMINISTRO DE AGUA

En este apartado, se establecen los criterios y procedimientos para garantizar un adecuado abastecimiento de agua a los diferentes cuartos húmedos del edificio.

Caracterización y cuantificación de las exigencias

Las condiciones mínimas de suministro deben corresponderse a las establecidas en la tabla 2.1 de este apartado.

En los puntos de consumo, la presión mínima debe ser 100kPa para grifos comunes y 150 para fluxores y calentadores. La presión máxima será de 500kPa.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	Caudal instantáneo mínimo de ACS
	[dm ³ /s]	[dm ³ /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	-

Diseño de la instalación

En el plano I03 se describen el esquema de principio y la distribución de las redes de AF y ACS. Dichas redes de distribución disponen de todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de ellas.

Dimensionado de la instalación

El dimensionado de la red se realiza a partir del dimensionado de cada uno de los tramos partiendo desde el más desfavorable (con mayor pérdida de presión).

El caudal máximo de cada tramo se deduce de la suma de caudales de los puntos de consumo a los que suministra. Se establecerá un coeficiente de simultaneidad para obtener el caudal real sobre el que realizar el cálculo.

Se ha de elegir una velocidad de cálculo comprendida, para el caso de tuberías termoplásticas y multicapas, entre 0,50 y 3,50m/s. En este caso, se toma 1,50 m/s como velocidad de cálculo.

Es necesario comprobar la presión en todos los puntos de la instalación de manera que queda comprendida entre los valores máximo y mínimos mencionados anteriormente. Si la presión mínima no se cumple en el punto de consumo más desfavorable, será necesario instalar un grupo de presión.

Este apartado indica los diámetros mínimos de alimentación y de derivaciones a los aparatos en sus tablas 4.2 y 4.3:

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

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	20
250 - 500 kW	1	25
> 500 kW	1 ¼	32

Se ha hecho el cálculo de pérdida de carga horizontal del tramo más desfavorable, el que una la acometida con los aseos del centro de interpretación, y se ha determinado que no sería necesario grupo de presión.

	TRAMO	Q total (l/s)	nº aparatos	Kp (1/V(n-1))	Q real (l/s)	Vmáx (m/s)	Dmín cálc (mm)	Dmín CTE (mm)
Aseos CI/AF	AB	0,050	1,000	1,000	0,050	1,500	0,206	12,000
	ab	0,100	1,000	1,000	0,100	1,500	0,291	12,000
	BC	0,100	2,000	1,000	0,100	1,500	0,291	20,000
	bC	0,200	2,000	1,000	0,200	1,500	0,412	20,000
	CD	0,600	8,000	0,378	0,227	1,500	0,439	25,000
	DE	0,600	8,000	0,378	0,227	1,500	0,439	25,000

D WIRSBO PEX	j (kPa/m)	L (m)	ΔL (m)	Hpl (kPa)	
32x4,4	0,009	1,000	0,300	0,151	
32x4,4	0,007	0,095	0,029	0,007	
50x6,9	0,004	0,500	0,150	0,038	
50x6,9	0,014	2,490	0,747	0,094	
50x6,9	0,018	35,200	10,560	1,170	No nesita grupo de presión
50x6,9	0,018	134,970	40,491	4,486	Total Hr (m.c.a) m.c.a máx
			Total:	5,946	0,595 50,000

HS 5 EVACUACIÓN DE AGUAS

En este apartado, se establece la necesidad de dimensionar las redes de evacuación de agua. En el presente proyecto, se opta por la instalación de una red separativa de aguas pluviales y aguas residuales, dimensionadas en función de los parámetros que establece este DB. En todo caso, las redes funcionarán por gravedad, siempre con pendientes adecuadas a las exigencias de la norma.

Saneamiento de aguas residuales

El dimensionado de la red de evacuación de pluviales se realiza en función de los parámetros de la tabla 4.1 y 4.5 del presente DB:

Tabla 4.1 UDs 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	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	6	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

El diámetro de los colectores horizontales de aguas residuales es de 200mm, por lo que es adecuado para la dimensión de la red del presente proyecto.

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

Esos colectores van a parar a una arqueta que se conectará con la red existente de saneamiento.

Saneamiento de aguas pluviales

La recogida de aguas pluviales se realiza a través de sumideros en cubierta. Se instala un sumidero por cada 150m² de cubierta.

El diámetro de las bajantes es de 75mm por dar servicio a una superficie de 150m² (<177m²).

Los colectores de aguas pluviales se dimensionan con un diámetro de 200mm, de manera que son capaces de dar servicio a la recogida de aguas prevista.

Esta red se evacúa, en planta baja, directamente al río Robo. En planta primera, se conducen las aguas pluviales hasta un punto lo suficientemente alejado del edificio donde, a través de una zona de gravas, se drena el agua al terreno natural.

1.3.5 DB HR PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

El Código Técnico de la Edificación, en su documento básico de protección frente al ruido, establece que es necesario alcanzar los límites de aislamiento acústico a ruido aéreo, así como no sobrepasar los valores límite de presión de ruido de impactos.

Los valores de aislamiento a ruido aéreo que se ha de cumplir en tabiques, muros y cerramientos son los establecidos en el apartado 2.1 de este DB:

2.1.1 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, R_A , 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*, $D_{nT,A}$, 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, ponderado A, R_A , de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , 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*, $D_{nT,A}$, 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*, $D_{2m,nT,Atr}$, 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_d , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

Tabla 2.1 Valores de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un *recinto protegido* y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

⁽¹⁾ En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. En el caso de que un recinto pueda estar expuesto a varios valores de L_d , como por ejemplo un recinto en esquina, se adoptará el mayor valor.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial. Para el resto de áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Cuando se prevea que algunas *fachadas*, tales como *fachadas* de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como *fachadas* exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, $L_{d,}$ 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
 - Cuando en la zona donde se ubique el edificio el *ruido exterior dominante* sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de *aislamiento acústico a ruido aéreo*, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 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, R_A , 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*, $D_{nT,A}$, 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, ponderado A, R_A , de éstas no será menor que 20 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , 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*, $D_{nT,A}$, 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, ponderado A, R_A , de éstas, no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , 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* ($D_{nT,A}$) correspondiente al conjunto de los dos cerramientos no será menor que 50 dBA.

Los valores de aislamiento a ruido de impacto son los establecidos en el apartado 2.1 de este DB:

2.1.2 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.

1.3.6 DB HE AHORRO DE ENERGÍA

Respecto a este DB, en este contexto de trabajo académico, sólo se requiere el análisis de transmitancias térmicas de los muros y el certificado energético.

El certificado energético así como en cumplimiento de los apartados HE0 y HE1 se adjuntan en el apartado 1.4.2 *Anexo energético*.

El edificio se sitúa en el término municipal de Muruzábal, en Navarra. Esto supone que se acoge a las características de la zona climática D1 establecida por el DB HE.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h·m ²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

- Las soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética, tales como *invernaderos adosados, muros parietodinámicos, muros Trombe, etc.*, cuyas prestaciones o comportamiento térmico no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica, pueden superar los límites establecidos en la tabla 2.3.
- La *transmitancia térmica* de medianerías y particiones interiores que delimiten las unidades de uso residencial de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio, no superará los valores de la tabla 2.4. Cuando las *particiones interiores* delimiten unidades de uso residencial entre sí no se superarán los valores de la tabla 2.5.

Tabla 2.4 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 2.5 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

A continuación se expone una relación de los diferentes cerramientos que conforman el edificio, su composición y su transmitancia térmica en comparación con la exigencia:

CERRAMIENTOS VERTICALES

Rse Rsi
 m²·K/W 0,040000 0,130000
 m²·° C/W 0,040000 0,130000

MURO PANTALLA TIPO

	Espesor (m)	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		Kcal/h·m·K	W/m·K	h·m ² ·K/Kcal	m ² ·K/W
Muro hormigón armado	0,720	2,150	2,500	0,334944	0,288000
XPS poliestireno expandido	0,070	0,028	0,033	2,466970	2,121212
Muro hormigón armado	0,100	2,150	2,500	0,046520	0,040000
Resistencias superficiales Rsi-Rse					
Resistencia total	0,890			2,619212	

U=1/Resistencia total

	Kcal/h·m ² ·K	W/m ² ·K	Umáx
U	0,328	0,382	0,600000

Cumple

MURO EN CONTACTO CON EL TERRENO

Rse Rsi
 m²·K/W 0,040000 0,130000
 m²·° C/W 0,040000 0,130000

	Espesor (m)	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		Kcal/h·m·K	W/m·K	h·m ² ·K/Kcal	m ² ·K/W
Muro hormigón armado	0,400	2,150	2,500	0,186080	0,160000
Tierra vegetal	1,000	0,045	0,052	22,365385	19,230769
Resistencias superficiales Rsi-Rse					
Resistencia total	1,400			19,560769	

U=1/Resistencia total

	Kcal/h·m ² ·K	W/m ² ·K	Umáx
U	0,044	0,051	0,600000

Cumple

HUECO TIPO

	Kcal/h·m ² ·K	W/m ² ·K	Umáx
U hueco	0,516	0,600	2,700000

Cumple

CERRAMIENTOS HORIZONTALES

SUELO Rsi Rsi
 m²·K/W 0,170 0,170
 m²·° C/W 0,170000 0,170000

Forjado intermedio

	Espesor (m)	Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		Kcal/h·m·K	W/m·K	h·m ² ·K/Kcal	m ² ·K/W
Arenisca Uncastillo de Olasa	0,050	2,580	3,000	0,019	0,017
Mortero de cemento	0,030	1,118	1,300	0,027	0,023
Mortero de cemento	0,070	1,118	1,300	0,063	0,054
Aislamiento para suelo radiante	0,070	0,028	0,033	2,467	2,121
Losa de hormigón armado	0,350	1,978	2,300	0,177	0,152
Resistencias superficiales Rsi-Rse					
Resistencia total	0,570			2,707	

U=1/Resistencia total

	Kcal/h·m ² ·K	W/m ² ·K	Umáx
U	0,318	0,369	1,200000

Cumple

Cubierta	Espesor (m)	SUELO		Rsi	Rsi
		m ² ·K/W		0,170	0,170
		m ² ·°C/W		0,170000	0,170000
		Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		Kcal/h·m·K	W/m·K	h·m ² ·K/Kcal	m ² ·K/W
Tierra vegetal	0,240	0,447	0,520	0,537	0,462
XPS poliestireno expandido	0,100	0,028	0,033	3,524242	3,030303
Mortero de cemento	0,080	1,118	1,300	0,072	0,062
Losa de hormigón armado	0,350	1,978	2,300	0,177	0,152
Resistencias superficiales Rsi-Rse					
Resistencia total	0,770			4,046	

U=1/Resistencia total	Kcal/h·m ² ·K	W/m ² ·K	Umáx
U	0,213	0,247	1,200000

Cumple

Forjado en contacto con el terreno	Espesor (m)	SUELO		Rsi	Rsi
		m ² ·K/W		0,170	0,170
		m ² ·°C/W		0,170000	0,170000
		Conductividad térmica		Resistencia térmica	
		Kcal/h·m·K	W/m·K	h·m ² ·K/Kcal	m ² ·K/W
Arenisca Uncastillo de Olhasa	0,050	2,580	3,000	0,019	0,017
Mortero de cemento	0,030	1,118	1,300	0,027	0,023
Mortero de cemento	0,070	1,118	1,300	0,063	0,054
Aislamiento para suelo radiante	0,070	0,028	0,033	2,467	2,121
Capa de compresión de hormigón	0,050	3,998	4,650	0,013	0,011
Forjado sanitario caviti ventilado	0,400				No procede
Solera de hormigón	0,200				No procede
Resistencias superficiales Rsi-Rse					
Resistencia total	0,270			2,566	

U=1/Resistencia total	Kcal/h·m ² ·K	W/m ² ·K	Umáx
U	0,335	0,390	1,200000

Cumple

1.4 ANEXOS A LA MEMORIA

1.4.1 ANEXO ESTRUCTURAL

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

Esta es la memoria de cálculo de la estructura para las siguientes normas de España:

- Acciones: CTE DB SE y CTE DB SE-AE
- Hormigón Armado y en Masa: EHE-08
- Cimentaciones: CTE DB SE-C
- Resistencia al fuego: CTE DB SI, EHE-08 y EN 1999-1-2:2007

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	61
INTRODUCCIÓN.....	65
GEOMETRÍA	65
Sistemas de coordenadas.....	65
Definición de la geometría.....	65
Ejes de cálculo	66
Barras y tirantes	66
Criterio de signos de los listados de solicitaciones	66
CARGAS	67
Hipótesis de cargas.....	67
Reglas de combinación entre hipótesis	68
Opciones.....	68
SECCIONES	68
Definición de las características geométricas y mecánicas de los perfiles	68
Canto H	68
Ancho B.....	68
Área Ax	68
Área Ay	69
Área Az	69
Momento de Inercia Ix	69
Momento de Inercia Iy	69
Momento de Inercia Iz	69
Módulo Resistente W_t	70
Módulo Resistente Elástico $W_{y,el}$	70
Módulo Resistente Elástico $W_{z,el}$	70
Módulo Resistente Plástico $W_{y,pl}$	70
Módulo Resistente Plástico $W_{z,pl}$	70
Peso P.....	70
Secciones de inercia variable: cartelas	71
CÁLCULO DE SOLICITACIONES	71
Modelización de muros resistentes	72
Elemento finito utilizado	72
Principios fundamentales del cálculo de esfuerzos	74
Teoría de las pequeñas deformaciones: 1º y 2º orden	75
Linealidad	75
Superposición	75
Equilibrio.....	75
Compatibilidad	75
Condiciones de contorno.....	75
Unicidad de las soluciones.....	75
Desplome e imperfecciones iniciales	75
COMBINACIÓN DE ACCIONES	76
Normativas.....	76
Combinaciones de acciones según EHE-08, EAE y CTE	76
Coeficientes de mayoración.....	76
E.L.U. Situaciones persistentes o transitorias.....	76
E.L.U. Situaciones accidentales (extraordinarias en CTE).....	77
E.L.U. Situaciones sísmicas	77
E.L.S. Estados Límite de Servicio	78
CÁLCULO DEL ARMADO	80
Criterios de armado	80
Estado límite de equilibrio (Artículo 41º).....	80
Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42º)	80
Estado límite de inestabilidad (Artículo 43º).....	80
Estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44º)	80
Estado límite de agotamiento por torsión (Artículo 45º)	80
Estado límite de punzonamiento (Artículo 46º).....	80
Estado límite de fisuración (Artículo 49º).....	80
Estado límite de deformación (Artículo 50º).....	80
Consideraciones sobre el armado de secciones.....	81
Armadura longitudinal de montaje.....	81
Armadura longitudinal de refuerzo en vigas	81

Armadura transversal.....	81
Armadura longitudinal de piel.....	81
Ménsulas cortas.....	82
Parámetros de cálculo del armado.....	82
CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN.....	82
Geometría.....	82
Cargas.....	82
Cálculo de la tensión admisible.....	82
Criterios de cálculo de zapatas aisladas.....	82
Criterios de cálculo de zapatas con vigas centradoras.....	82
Criterios de cálculo de zapatas combinadas.....	83
Cálculo estructural del cimiento.....	83
Criterios de armado de zapatas simples rígidas y flexibles.....	83
Comprobación a punzonamiento y cortante.....	83
Comprobación a flexión.....	83
Criterios de armado de zapatas tipo M o de hormigón en masa.....	83
Comprobación de punzonamiento.....	84
Comprobación a cortante.....	84
Criterios de armado de zapatas combinadas.....	84
Parámetros de cálculo del cimiento.....	84
CÁLCULO DE MUROS DE SÓTANO Y DE CONTENCIÓN EN MÉNSULA.....	84
Muros de Sótano.....	84
Criterios de cálculo.....	84
Acciones horizontales.....	85
Acciones verticales.....	85
Pilares y vigas contenidas en el muro.....	85
Apoyos en cabeza o dentro del muro.....	85
Combinaciones.....	85
Cálculo de la armadura transversal (vertical).....	86
Cálculo de la zapata del muro.....	86
Cálculo de la armadura longitudinal (horizontal).....	86
Armado de pilares con continuidad dentro del muro.....	86
Muros de Contención o en Ménsula.....	86
Criterios de cálculo.....	86
Determinación de los empujes.....	86
Dimensionado de la cimentación.....	87
Cálculo de la armadura transversal (vertical).....	87
Armadura longitudinal (horizontal).....	87
Parámetros de cálculo de muros de sótano y de contención en ménsula.....	87
CÁLCULO DE FORJADOS RETICULARES Y LOSAS MACIZAS DE FORJADO.....	87
Modelización.....	87
Nervios (forjados reticulares).....	87
Ábacos.....	88
Zunchos.....	88
Dimensiones de los diferentes elementos.....	88
Nervios (forjados reticulares).....	88
Comprobación a punzonamiento.....	88
Criterios de armado.....	89
Cálculo del armado de nervios.....	89
Armadura base longitudinal (losas de forjado).....	89
Armadura longitudinal de refuerzo de nervios.....	89
Armadura transversal.....	90
Cálculo del armado de ábacos.....	90
Armadura longitudinal de ábacos.....	90
Armadura transversal de ábacos.....	91
Cálculo del armado de zunchos.....	91
Zunchos de sección predefinida.....	91
Zunchos de sección asignada.....	91
Parámetros de cálculo del armado.....	91
Crecimientos.....	92
Grafismos de las salidas gráficas de resultados.....	92
Limitaciones de diseño. Pilares de acero.....	92
Forjados reticulares y losas sobre muros de sótano.....	92
CÁLCULO DE MUROS RESISTENTES DE HORMIGÓN.....	92

Esbeltez y pandeo.....	92
Limitaciones constructivas.....	93
Anclajes y refuerzos de borde.....	94
CÁLCULO Y ARMADO DE ZAPATAS DE MUROS RESISTENTES.....	94
Cálculo de la tensión admisible sobre el terreno.....	94
Comprobación a deslizamiento.....	95
Comprobación a vuelco.....	95
Cálculo estructural del cimiento.....	95
Zapatas de hormigón armado.....	96
Comprobación a flexión.....	96
Comprobación a cortante.....	96
Zapatas de hormigón en masa.....	96
Comprobación a flexión.....	96
Comprobación a cortante.....	96
RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	96
Generalidades.....	97
Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio.....	97
Determinación de la resistencia al fuego.....	97
Resistencia al fuego de los elementos de hormigón armado.....	97
Hormigón de alta resistencia.....	98
Soportes.....	98
Muros resistentes.....	98
Vigas.....	98
Losas macizas.....	99
Condiciones adicionales para el dimensionamiento de las armaduras.....	99

INTRODUCCIÓN

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales, versión 7.5, de la empresa ARKTEC, S.A., con domicilio en la calle Cronos, 63 – Edificio Cronos, E28037 de Madrid (ESPAÑA).

GEOMETRÍA

● Sistemas de coordenadas

Se utilizan tres tipos de sistemas de coordenadas:

- **SISTEMA GENERAL:** Es el sistema de coordenadas utilizado para situar elementos en el espacio. Está constituido por el origen de coordenadas Og y los ejes Xg , Yg y Zg , formando un triedro. Los ejes Xg y Zg definen el plano horizontal del espacio, y los planos formados por $XgYg$ y $YgZg$ son los verticales.
- **SISTEMA LOCAL:** Es el sistema de coordenadas propio de cada una de las barras de la estructura y depende de su situación y orientación en el espacio. Cada barra tiene un eje de coordenadas local para cada uno de sus nudos i y j , a los que se denominará $[Oli, Xli, Yli, Zli]$ y $[Olj, Xlj, Ylj, Zlj]$, respectivamente. Los ejes locales se definen de la siguiente manera:
 - Ejes Locales en el NUDO i :
 - El origen de coordenadas Oli está situado en el nudo i .
 - El eje Xli se define como el vector de dirección ji .
 - El eje Yli se selecciona perpendicular a los ejes Xli y Zg , de forma que el producto vectorial de Zg con Xli coincida con Yli .
 - El eje Zli se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por Xli , Yli y Zli .
 - Ejes Locales en el NUDO j :
 - El origen de coordenadas Olj está situado en el nudo j .
 - El eje Xlj se define como el vector de dirección ij .
 - El eje Ylj se selecciona perpendicular a los ejes Xlj y Zg , de forma que el producto vectorial de Zg con Xlj coincida con Ylj .
 - El eje Zlj se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por Xlj , Ylj y Zlj .
- **SISTEMA PRINCIPAL:** Es el sistema de coordenadas que coincide con el sistema de ejes principales de inercia de la sección transversal de una barra. Se obtiene mediante una rotación de valor un ángulo β , entre los ejes Y local e Y principal de su nudo de menor numeración, medido desde el eje Y local en dirección a Z local.

El sistema de coordenadas general $[Og, Xg, Yg, Zg]$ se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

- Coordenadas de los nudos.
- Condiciones de sustentación de los nudos en contacto con la cimentación (apoyos, empotramientos, resortes y asientos).
- Cargas continuas, discontinuas, triangulares y puntuales aplicadas en las barras.
- Fuerzas y momentos en los nudos.
- Desplazamientos en los nudos y reacciones de aquellos en contacto con el terreno, obtenidos después del cálculo.

El sistema de coordenadas principal $[Op, Xp, Yp, Zp]$ se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

- Cargas de temperaturas, con gradiente térmico a lo largo del eje Yp o Zp de la sección.
- Cargas del tipo momentos flectores y torsores en barras.
- Resultados de sollicitaciones de una barra.
- Gráficas de las sollicitaciones principales.

● Definición de la geometría

La estructura se ha definido como una malla tridimensional compuesta por barras y nudos. Se considera barra al elemento que une dos nudos. Las barras son de directriz recta, de sección constante entre sus nudos, y de longitud igual a la distancia entre el origen de los ejes locales de sus nudos extremos.

Las **uniones de las barras** en los nudos pueden ser de diferentes tipos:

- **UNIONES RIGIDAS**, en las que las barras transmiten giros y desplazamientos a los nudos.

- *UNIONES ARTICULADAS*, en las que las barras transmiten desplazamientos a los nudos pero no giros.
- *UNIONES ELASTICAS*, en las que se define un porcentaje a los tres giros, en ejes principales de barra.

Las **condiciones de sustentación** impuestas a los nudos de la estructura en contacto con la cimentación, condiciones de sustentación, permiten limitar el giro y/o desplazamiento en los ejes generales. Según las distintas combinaciones de los seis posibles grados de libertad por nudo, se pueden definir diferentes casos:

- *NUDOS LIBRES*: desplazamientos y giros permitidos en los tres ejes de coordenadas.(-----).
- *NUDOS ARTICULADOS*: sin desplazamientos, con giros permitidos en los tres ejes.(XYZ---).
- *NUDOS EMPOTRADOS*: desplazamientos y giros impedidos. Empotramiento perfecto.(XYZXYZ).
- *APOYOS VERTICALES*: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.(-Y----).
- *APOYOS HORIZONTALES* en X: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Yg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.(X-----).
- *APOYOS HORIZONTALES* en Z: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg e Yg, y giros permitidos en los tres ejes.(-Z---).
- *RESORTES o APOYOS ELASTICOS*: desplazamientos respecto a los ejes Xg/Yg/Zg definidos por las constantes de rigidez Kdx/Kdy/Kdz, giros respecto a dichos ejes definidos por las constantes de rigidez Kgx/Kgy/Kgz. Es posible definir en un nudo condiciones de sustentación y resortes, en diferentes ejes.

Se han previsto *ASIENTOS* en nudos, teniéndose en cuenta para el cálculo de solicitaciones los esfuerzos producidos por el desplazamiento de dichos nudos.

Los códigos expresados al final de cada tipo de apoyo, se recogen en diferentes listados del programa.

● Ejes de cálculo

Se permite considerar como ejes de cálculo o las barras que el usuario defina (las líneas que unen dos nudos) o el eje físico (geométrico) de las secciones de las barras (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el primer caso, si se considera necesario, se podrán introducir de forma manual en el cálculo los efectos que puedan producir la diferencia de situación entre los ejes de cálculo y los ejes físicos de las secciones transversales de las barras, mediante la introducción de acciones adicionales, fuerzas y momentos, o mediante la modelización de los nudos como elementos con dimensión.

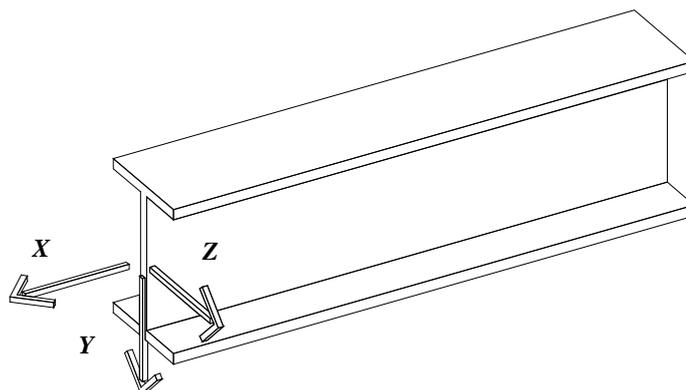
En el caso de considerar como ejes de cálculo los ejes geométricos de las piezas, se pueden utilizar como luz de las barras diferentes criterios, entre los que se encuentra el adoptado por la EHE-08, la distancia entre apoyos.

● Barras y tirantes

Existe la posibilidad de trabajar con tirantes, de forma que el programa considere que las barras definidas como tales, sólo absorben esfuerzos de tracción no aportando ninguna rigidez cuando se someten a compresión. El cálculo de los tirantes debe hacerse en el cálculo en 2º orden, ya que sólo posteriormente a un cálculo en 1º orden es posible detectar las combinaciones en las que los tirantes están trabajando a compresión, y entonces eliminarlos de la matriz de rigidez de la estructura, y volver a calcular la estructura. La libertad de geometría para definir las barras-tirante dentro de la estructura es total: pueden unirse nudos a distinta cota, fachadas de naves, nudos en la misma planta, sin necesidad de formar recuadros rectangulares arriostrados.

● Criterio de signos de los listados de solicitaciones

Los listados de 'Solicitaciones' y 'Por Secciones', que se obtienen mayorados, se realizan según los ejes principales del nudo inicial de las barras (Xp, Yp, Zp). El criterio de signos utilizado es el siguiente:



Ejes Principales en el nudo inicial de una barra

- Axiles F_x . Un valor negativo indicará compresión, mientras que uno positivo, tracción.
- Cortantes V_y . Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Y_p .
- Cortantes V_z . Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Z_p .
- Momentos Flectores M_y (plano de flexión perpendicular a Y_p). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Z_p no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos. En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Z_p es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Z_p positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Z_p negativo son negativos.
- Momentos Flectores M_z (plano de flexión perpendicular a Z_p). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Y_p no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos. En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Y_p es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Y_p positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Y_p negativo son negativos.
- Momentos Torsores M_x . El momento torsor será positivo si, vista la sección desde el eje X_p de la barra (desde su nudo inicial), ésta tiende a girar en el sentido de las agujas del reloj.

CARGAS

● Hipótesis de cargas

- Hipótesis de cargas contempladas:
- HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES.
- HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS.
- HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO.
Se considera la acción del viento sobre el edificio según cuatro direcciones horizontales perpendiculares. Dentro de cada dirección se puede tener en cuenta que el viento actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 3 y -3, 4 y -4, 25 y -25, y 26 y -26.
- HIPOTESIS 5, 6 y 24: SISMO.
Se considera la acción del sismo sobre el edificio según dos direcciones horizontales perpendiculares, una en hipótesis 5 definida por un vector de dirección $[x,0,z]$ dada y otra en hipótesis 6 definida por el vector de dirección perpendicular al anterior. Dentro de cada dirección se tiene en cuenta que el sismo actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 5 y -5, y en hipótesis 6 y -6. Si se selecciona norma NCSE, las direcciones de actuación del sismo son las de los ejes generales; opcionalmente se puede considerar la actuación del sismo vertical en hipótesis 24 y -24 definida por el vector $[0,Yg,0]$. Para verificar los criterios considerados para el cálculo del sismo (según NTE-ECS y NBE-PDS1/74 o según NCSE-94 ó NCSE-02): ver LISTADO DE OPCIONES.
- HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES.
- HIPOTESIS 21: TEMPERATURA.
- HIPOTESIS 22: NIEVE.

■ HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL.

Para verificar los coeficientes de mayoración de cargas y de simultaneidad, aplicados en cada hipótesis de carga: ver LISTADO DE OPCIONES.

● Reglas de combinación entre hipótesis

- HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES
Todas las combinaciones realizadas consideran las cargas introducidas en hipótesis 0.
- HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS
Se combinan las cargas introducidas en hipótesis 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10 de forma separada y de forma conjunta. Dado su carácter alternativo, nunca se realizan combinaciones de cargas introducidas en hip. 1 y 2 con cargas introducidas en hip. 7 y 8, o cargas introducidas en hip. 7 y 8 con cargas en hip. 9 y 10.
- HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO
Nunca se considera la actuación simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.
- HIPOTESIS 5, 6 Y 24: SISMO
Nunca se considera la actuación de forma conjunta de las cargas introducidas en hip. 5 y 6 (salvo si se activa la opción "considerar la regla del 30%"), ni de éstas con la hip.24, sismo vertical.
- HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES
No se realiza ninguna combinación en la que aparezca la acción simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.
- HIPOTESIS 21: TEMPERATURA
Las cargas de esta hipótesis se combinan con las introducidas en hipótesis 23. No se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.
- HIPOTESIS 22: NIEVE
Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 23. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.
- HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL
Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 21 y 22. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

Los coeficientes de combinación de hipótesis aplicados vienen definidos en el LISTADO DE OPCIONES. También es posible obtener el listado de las combinaciones realizadas en una estructura, material y estado límite concretos.

Las combinaciones de hipótesis efectuadas de forma automática por el programa, se desglosan en el apartado correspondiente a cada normativa y material.

● Opciones

Se han utilizado las opciones de cargas recogidas en el listado de OPCIONES que acompaña a la estructura, en particular las relativas a:

- Consideración o no automática del peso propio de las barras de la estructura.
- Consideración de las cargas introducidas en la hipótesis 3, 4, 25 y 26 (Viento ACTIVO), y en las hipótesis 5, 6 y 24 (Sismo ACTIVO).
- Sentido positivo y negativo(±) considerado en las hipótesis 3, 4, 25, 26, 5, 6 y 24.

SECCIONES

● Definición de las características geométricas y mecánicas de los perfiles

● Canto H

Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Y principal, en mm.

● Ancho B

Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Z principal, en mm.

● Área Ax

Es el valor del área de la sección transversal de un perfil de acero, en cm². En una sección rectangular viene dada por la expresión:

$$A_x = B \cdot H$$

- **Área A_y**

Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Y principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm^2 . Su valor se calcula con la expresión:

$$A_y = \frac{I_z \cdot e}{S_z}$$

siendo:

- I_z : Inercia según el eje z.
- e : Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante F_y .
- S_z : Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra, paralela al eje Z principal, exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante respecto al eje paralelo al eje Z principal que pase por el centro de gravedad de la sección.

El valor de A_y corresponde aproximadamente al área del alma en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$A_y = \frac{2}{3} \cdot B \cdot H$$

- **Área A_z**

Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Z principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm^2 . Su valor se calcula con la expresión:

$$A_z = \frac{I_y \cdot e}{S_y}$$

siendo:

- I_y : Inercia según el eje y.
- e : Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante F_z .
- S_y : Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial.

El valor de A_z corresponde aproximadamente al área de las alas en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular tiene el mismo valor que A_y .

- **Momento de Inercia I_x**

Momento de Inercia a torsión, en cm^4 . El momento de inercia a torsión de una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_x = \left[\frac{1}{3} - 0,21 \cdot \frac{B}{H} \cdot \left(1 - \frac{B^4}{12 \cdot H^4} \right) \right] \cdot H \cdot B^3$$

siendo $H \square B$.

En las secciones en T se tiene en cuenta lo indicado en la tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3), que refleja que la Inercia a torsión de una pieza formada por dos rectángulos (de inercias a torsión $k1$ e $k2$) en forma de T viene dada por la expresión

$$I_x = 1,1 \cdot (I_{x1} + I_{x2})$$

- **Momento de Inercia I_y**

Momento de Inercia se la sección respecto de un eje paralelo al eje Y principal que pase por su centro de gravedad, en cm^4 . Su valor para una sección rectangular v , tiene dado por la expresión:

$$I_y = \frac{H \cdot B^3}{12}$$

- **Momento de Inercia I_z**

Momento de inercia de la sección respecto de un eje paralelo al eje Z principal que pase por su centro de gravedad, en cm^4 . Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_z = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

- **Módulo Resistente W_t**

Módulo resistente a la torsión en cm^3 de una sección de acero. Es la relación existente entre el momento torsor y la tensión tangencial máxima producida por él. Para una sección abierta formada por varios rectángulos viene dado por la expresión (Tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3)):

$$W_t = \frac{I_x}{e_i}$$

donde

I_x : Inercia a torsión de la sección.

e_i : Espesor del rectángulo de mayor espesor.

- **Módulo Resistente Elástico $W_{Y,el}$**

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula a partir del momento de inercia I_y . En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Y principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = \frac{I_y}{B/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = H \cdot \frac{B^2}{6}$$

- **Módulo Resistente Elástico $W_{Z,el}$**

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula a partir del momento de inercia I_z . En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Z principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = \frac{I_z}{H/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = B \cdot \frac{H^2}{6}$$

- **Módulo Resistente Plástico $W_{Y,pl}$**

Es el módulo resistente a la flexión plástica según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,pl} = H \cdot \frac{B^2}{4}$$

- **Módulo Resistente Plástico $W_{Z,pl}$**

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm^3 , que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,pl} = B \cdot \frac{H^2}{4}$$

- **Peso P**

Es el peso propio de la barra en Kg/m (ó kN/m).

- **Secciones de inercia variable: cartelas**

El programa permite la introducción de secciones de inercia variable (cartelas) de acero o madera (pero no de hormigón). Las cartelas sólo podrán definirse sobre barras a las que previamente se haya asignado un perfil con las siguientes características: Debe ser de forma en 'I' y de material 'Acero' o 'Madera', o de forma rectangular y de material 'Madera'. Las cartelas pueden definirse exclusivamente en el plano Y principal, es decir, en el plano del alma.

Es posible definir cuatro tipos de secciones de inercia variable:

- **Corte oblicuo del perfil.** Consiste en cortar oblicuamente el alma del perfil y soldar la sección dando la vuelta a uno de los medios perfiles. Equivale a alargar o acortar el alma del perfil. Para que el perfil sea válido, el canto total del perfil acartelado debe ser al menos 3 veces el espesor del ala.
- **Cartabones.** Consiste en soldar de una a tres piezas triangulares o trapezoidales perpendicularmente a una de las alas de un perfil base y de un mismo espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base, y la suma de espesores de los cartabones no debe superar el ancho del perfil base.
- **Semiperfil.** Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' extraído de un perfil idéntico al base. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.
- **Palastros.** Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' formado por dos chapas de un determinado espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.

Para realizar el cálculo de esfuerzos (o el cálculo de modos de vibración dinámicos), Tricalc divide las barras de sección variable en un número determinado de barras de sección uniforme. A la barra de sección variable completa se la denominará en este manual 'Cartela Primaria', mientras que a cada una de las barras de sección constante en las que se divide la cartela primaria se las denominará 'Cartelas Secundarias'. De forma similar, a los nudos que se crean para definir estas cartelas secundarias se les denominará 'Nudos Secundarios'.

CÁLCULO DE SOLICITACIONES

El cálculo de las solicitaciones en las barras se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones en las barras y considerando los seis grados de libertad posibles de cada nudo. Los muros resistentes se han calculado mediante el método de los elementos finitos. A título indicativo, se muestra a continuación la matriz de rigidez de una barra, donde se pueden observar las características de los perfiles que han sido utilizadas para el cálculo de esfuerzos.

$$\begin{array}{cccccc}
 \frac{E \cdot A_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \\
 0 & 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_y}{L^3} & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{G \cdot I_x}{L} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_y}{L} & 0 \\
 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_z}{L}
 \end{array}$$

Donde E es el módulo de deformación longitudinal y G es el módulo de deformación transversal calculado en función del coeficiente de Poisson y de E . Sus valores se toman de la base de perfiles correspondiente a cada barra.

Es posible reducir el acortamiento por axil de los pilares mediante la introducción de un factor multiplicador del término ' $E \cdot A_x / L$ ' de la matriz anterior, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO.

Es posible considerar la opción de indeformabilidad de forjados horizontales en su plano, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción todos los nudos situados dentro del perímetro de cada forjado horizontal, unidireccional o reticular, quedan

englobados en 'grupos' (uno por cada forjado), a los que individualmente se asignan 3 grados de libertad: El desplazamiento vertical -Dy- y los giros según los ejes horizontales -Gx y Gz-. Los otros tres grados de libertad (Dx, Dz y Gy) se suponen compatibilizados entre todos los nudos del "grupo": Los nudos que no pertenezcan a un forjado horizontal, ya sea por estar independientes o por estar en planos inclinados, se les asignan 6 grados de libertad.

Es posible considerar el tamaño del pilar en los forjados reticulares y losas, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción, se considera que la parte de forjado o losa situada sobre el pilar (considerando para ello la exacta dimensión del pilar y su posición o crecimiento) es infinitamente rígida. Todos los nudos situados en el interior del perímetro del pilar comparten, por tanto, los 6 grados de libertad (Dx, Dy, Dz, Gx, Gy, Gz). Esto hace que en el interior de esta porción de forjado, no existan esfuerzos, y por tanto, los nervios y zunchos que acometen al pilar se arman con los esfuerzos existentes en la cara del pilar.

En base a este método se ha planteado y resuelto el sistema de ecuaciones o matriz de rigidez de la estructura, determinando los desplazamientos de los nudos por la actuación del conjunto de las cargas, para posteriormente obtener los esfuerzos en los nudos en función de los desplazamientos obtenidos.

En el caso de que la estructura se calcule bajo los efectos de las acciones sísmicas definidas por la Norma NCSE se realiza un cálculo de la estructura mediante el método del "Análisis Modal Espectral", recomendado por la misma. De esta forma pueden obtenerse los modos y períodos de vibración propios de la estructura, datos que pueden ser utilizados para la combinación de la estructura con cargas armónicas y la posibilidad de 'entrada en resonancia' de la misma.

• Modelización de muros resistentes

Los muros resistentes se modelizan como elementos finitos tridimensionales de cuatro vértices. Los otros tipos elementos, ya sean vigas, pilares, diagonales, forjados reticulares y losas de forjado o cimentaciones se modelizan como elementos lineales tipo barra.

Una viga, un pilar o una diagonal está formada por dos nudos unidos mediante una 'barra'; un forjado reticular o una losa de forjado está constituido por una retícula de 'nervios' que, con sus intersecciones, forman un conjunto de 'nudos' y 'barras'. De forma similar, un muro resistente está formado por un conjunto de elementos finitos yuxtapuestos definidos por sus nodos o vértices.

Cuando en una estructura se definen vigas, pilares, diagonales, forjados y muros resistentes, el método de cálculo de esfuerzos consiste en formar un sistema de ecuaciones lineales que relacionen los grados de libertad que se desean obtener, los desplazamientos y giros de los nudos y de los nodos, con las acciones exteriores, las cargas, y las condiciones de borde, apoyos y empotramientos.

De forma matricial, se trata de la ecuación

$$[K] \cdot \{D\} = \{F\}$$

donde '[K]' es la matriz de rigidez de la estructura, '{D}' es el vector de desplazamientos y giros de los nudos y nodos, y '{F}' es el vector de fuerzas exteriores. Una vez resuelto el sistema de ecuaciones, y por tanto, obtenidos los desplazamientos y giros de los nudos y nodos de la estructura, es posible obtener los esfuerzos (en el caso de las vigas, pilares, diagonales y nervios de los forjados y losas) y las tensiones (en el caso de los muros resistentes) de toda la estructura.

Para obtener el sistema '[K] · {D} = {F}', se opera de igual forma que con una estructura formada exclusivamente por nudos y barras: cada parte de la estructura (barra, trozo de nervio o elemento finito) posee una matriz de rigidez elemental, $[K]_e$, que tras transformarla al sistema de ejes generales de la estructura, se puede sumar o ensamblar en la matriz general de la estructura. La única diferencia entre las barras y los elementos finitos es la dimensión y significado de cada fila o columna de sus matrices de rigidez elementales. Se puede decir, por tanto, que el método matricial espacial de cálculo de estructuras de barras es un caso particular del método de elementos finitos, en el que el elemento finito es una barra.

• Elemento finito utilizado

Para la modelización de muros resistentes, el programa utiliza un elemento finito isoparamétrico cuadrilátero de 4 nodos. Cada nodo posee cinco grados de libertad (u, v, w, α_x y α_y), siendo los 2 primeros de tensión plana y los 3 siguientes de flexión de placa. La matriz de rigidez elemental tiene, en coordenadas naturales, $4 \cdot 5 = 20$ filas y 20 columnas, no existiendo términos que relacionen los grados de libertad de tensión plana con los de flexión de placa. Por tanto, el elemento utilizado procede del ensamblaje de un elemento cuadrilátero de cuatro nodos de tensión plana con otro también cuadrilátero de cuatro nodos de flexión de placa. Concretamente, para la flexión se ha utilizado el elemento cuadrilátero de cuatro nodos con deformaciones de cortante lineales CLLL (placa gruesa de Reissner-Mindlin basada en campos de deformaciones de cortante transversal impuestas).

Para la obtención de la matriz de rigidez, se utiliza una integración numérica mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 puntos. La posición de los 2 x 2 puntos de Gauss en coordenadas naturales, así como los pesos asignados a dichos puntos, es la siguiente:

$$G_{1,1} = \{1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{1,1} = 1,0$$

$$G_{1,2} = \{1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{1,2} = 1,0$$

$$G_{2,1} = \{-1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{2,1} = 1,0$$

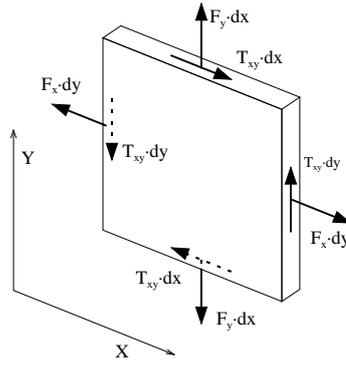
$$G_{2,2} = \{-1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{2,2} = 1,0$$

Una vez obtenidos los desplazamientos de todos los nudos y nodos de la estructura (resolviendo el sistema $[K] \cdot \{D\} = \{F\}$), se obtienen las tensiones en los puntos de Gauss de cada elemento mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 puntos. Las tensiones nodales de cada elemento se obtienen extrapolando, mediante las funciones de forma del elemento, las de los puntos de Gauss. Este procedimiento produce valores nodales discontinuos entre elementos adyacentes, discontinuidades que se reducen según se hace la malla de elementos más tupida, hasta desaparecer en el límite.

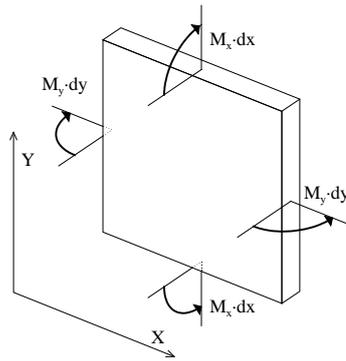
En el programa se realiza un 'alisado' de las tensiones nodales mediante una media cuadrática de las tensiones procedentes de cada elemento al que pertenece el nodo en cuestión. Este alisado se produce muro a muro; es decir, los nodos situados en el interior de un muro poseerán un único vector de tensiones, pero los situados en la frontera entre dos muros poseerán un vector diferente para cada muro al que pertenezca en nodo. Este se hace así porque normalmente, en las uniones entre muros (las uniones en horizontal se suelen realizar por cambios de dirección del muro, y las uniones en vertical se suelen realizar en los forjados), se producen saltos bruscos de las tensiones.

Las tensiones (esfuerzos) que se producen en un trozo de muro elemental de dimensiones dx, dy respecto al sistema de coordenadas principal del muro, son las siguientes:

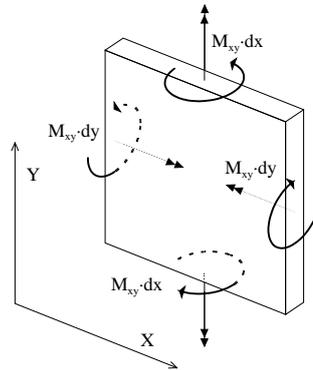
Tensión	Esfuerzo	Tipo	Descripción
σ_x	$F_x \cdot dy$	Tensión Plana	Axil horizontal
σ_y	$F_y \cdot dx$	Tensión Plana	Axil vertical
τ_{xy}	$T_{xy} \cdot dy,$ $T_{yx} \cdot dx$	Tensión Plana	Cortante contenido en el plano
$\int z \cdot \sigma_y \cdot dz$	$M_x \cdot dx$	Flexión	Momento flector respecto a un eje horizontal
$\int z \cdot \sigma_x \cdot dz$	$M_y \cdot dy$	Flexión	Momento flector respecto a un eje vertical
$\int z \cdot \tau_{xy} \cdot dz$	$M_{xy} \cdot dy,$ $M_{yx} \cdot dx$	Flexión	Momento Torsor respecto a un eje contenido en el plano.
$\int \tau_{xz} \cdot dz$	$T_{xz} \cdot dy$	Flexión	Cortante horizontal perpendicular al plano
$\int \tau_{yz} \cdot dz$	$T_{yz} \cdot dx$	Flexión	Cortante vertical perpendicular al plano



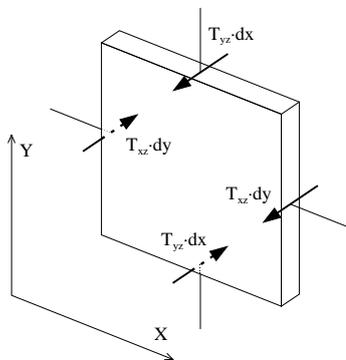
Axiles y cortantes de Tensión Plana.



Momentos Flectores de Flexión de placas.



Momentos Torsores de Flexión de placas.



Cortantes de Flexión de placas.

- Principios fundamentales del cálculo de esfuerzos

El programa realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo el método matricial de la rigidez para los elementos tipo barra y el método de los elementos finitos para los muros

resistentes. En el método matricial, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada nudo tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño del pilar en forjados reticulares y losas), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiles, cortantes, momento torsor y flectores) de cada sección.

Para la validez de este método, las estructuras a calcular deben cumplir, o se debe suponer el cumplimiento de los siguientes supuestos:

- **Teoría de las pequeñas deformaciones: 1º y 2º orden**

Se supone que la geometría de una estructura no cambia apreciablemente bajo la aplicación de las cargas. Este principio es en general válido, salvo en casos en los que la deformación es excesiva (puentes colgantes, arcos esbeltos, ...). Si se realiza un cálculo en 1º orden, implica además, que se desprecian los esfuerzos producidos por los desplazamientos de las cargas originados al desplazarse la estructura. Si se realiza un cálculo en 2º orden, se consideran los esfuerzos originados por las cargas al desplazarse la estructura, siempre dentro de la teoría de las pequeñas deformaciones que implica que las longitudes de los elementos se mantienen constantes.

Este mismo principio establece que se desprecian los cambios de longitud entre los extremos de una barra debidos a la curvatura de la misma o a desplazamientos producidos en una dirección ortogonal a su directriz, tanto en un cálculo en 1º orden como en 2º orden.

Hay otros métodos tales como la teoría de las grandes deflexiones que sí recogen estos casos, que no son contemplados en Tricalc.

En el cálculo en 2º orden se permiten seleccionar las combinaciones a considerar, por el criterio de máximo desplazamiento y por el criterio de máximo axil, o también es posible la realización del cálculo en 2º orden para todas las combinaciones.

- **Linealidad**

Este principio supone que la relación tensión - deformación, y por tanto, la relación carga - deflexión, es constante, tanto en 1º orden como en 2º orden. Esto es generalmente válido en los materiales elásticos, pero debe garantizarse que el material no llega al punto de fluencia en ninguna de sus secciones.

- **Superposición**

Este principio establece que la secuencia de aplicación de las cargas no altera los resultados finales. Como consecuencia de este principio, es válido el uso de las "fuerzas equivalentes en los nudos" calculadas a partir de las cargas existentes en las barras; esto es, para el cálculo de los desplazamientos y giros de los nudos se sustituyen las cargas existentes en las barras por sus cargas equivalentes aplicadas en los nudos.

- **Equilibrio**

La condición de equilibrio estático establece que la suma de todas las fuerzas externas que actúan sobre la estructura, más las reacciones, será igual a cero. Asimismo, deben estar en equilibrio todos los nudos y todas las barras de la estructura, para lo que la suma de fuerzas y momentos internos y externos en todos los nudos y nodos de la estructura debe ser igual a cero.

- **Compatibilidad**

Este principio supone que la deformación y consecuentemente el desplazamiento, de cualquier punto de la estructura es continuo y tiene un solo valor.

- **Condiciones de contorno**

Para poder calcular una estructura, deben imponerse una serie de condiciones de contorno. El programa permite definir en cualquier nudo restricciones absolutas (apoyos y empotramientos) o relativas (resortes) al desplazamiento y al giro en los tres ejes generales de la estructura, así como desplazamientos impuestos (asientos).

- **Unicidad de las soluciones**

Para un conjunto dado de cargas externas, tanto la forma deformada de la estructura y las fuerzas internas así como las reacciones tienen un valor único.

- **Desplome e imperfecciones iniciales**

Existe la posibilidad de considerar los efectos de las imperfecciones iniciales globales debidas a las desviaciones geométricas de fabricación y de construcción de la estructura. Tanto la Norma **CTE DB SE-A** en su artículo **5.4.1 Imperfecciones geométricas** como el **Eurocódigo 3** en su artículo **5.3.2**

Imperfections for global analysis of frames, citan la necesidad de tener en cuenta estas imperfecciones. Estos valores son los siguientes:

- L/200 si hay dos soportes y una altura.
- L/400 si hay 4 o más soportes y 3 o más alturas.
- L/300 para situaciones intermedias.

Además se definen unos valores de deformación (e_0) para las imperfecciones locales debidas a los esfuerzos de compresión sobre los pilares. Estos valores vienen dados por la tabla 5.8 de la norma CTE.

COMBINACIÓN DE ACCIONES

● Normativas

Las combinaciones de acciones para los elementos de hormigón armado se realizan según lo indicado en el EHE-08. En el caso del acero estructural, se pueden realizar de acuerdo a la EAE o el CTE. Para el resto de materiales se realizan de acuerdo con el CTE.

● Combinaciones de acciones según EHE-08, EAE y CTE

Las combinaciones de acciones especificadas en la norma de hormigón EHE-08, la de acero estructural EAE y en el Código Técnico de la Edificación son muy similares, por lo que se tratan en este único epígrafe.

En el programa no existen cargas permanentes de valor no constante (G^*), y las sobrecargas (Q) se agrupan en las siguientes familias:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| ■ Familia | 1 |
| Sobrecargas alternativas. Corresponden a las hipótesis 1, 2, 7, 8, 9 y 10 | |
| ■ Familia | 2 |
| Cargas móviles. Corresponden a las hipótesis 11 a 20, inclusive. | |
| ■ Familia | 3 |
| Cargas de viento. Corresponden a las hipótesis 3, 4, 25 y 26 (y a las de signo contrario si se habilita la opción "Sentido ±") | |
| Carga de nieve. Corresponde a la hipótesis 22. | |
| Carga de temperatura. Corresponde a la hipótesis 21. | |

Coefficientes de mayoración

En el caso de EHE-08, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Hormigón'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

En el caso de la EAE y el CTE, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / CTE / EAE'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 (EAE) ó 0,8 (CTE) para la carga permanente y 0,0 para el resto.

E.L.U. Situaciones persistentes o transitorias

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situaciones accidentales (extraordinarias en CTE)

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga accidental (Hipótesis 0, de 11 a 20 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10, 23 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situaciones sísmicas

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + sismo (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 24)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga sísmica (Hipótesis 0, 5, 6, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

E.L.S. Estados Límite de Servicio

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes (casi permanentes en CTE):

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

CÁLCULO DEL ARMADO

- **Criterios de armado**

Los criterios considerados en el armado siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de cargas, las disposiciones de armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones. El método de cálculo es el denominado por la Norma como de los "estados límite". Se han efectuado las siguientes comprobaciones:

- **Estado límite de equilibrio (Artículo 41°)**

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras.

- **Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42°)**

Se comprueban a rotura las barras sometidas a flexión y axil debidos a las cargas mayoradas. Se consideran las excentricidades mínimas de la carga en dos direcciones (no simultáneas), en el cálculo de pilares.

- **Estado límite de inestabilidad (Artículo 43°)**

Se realiza de forma opcional la comprobación del efecto del pandeo en los pilares de acuerdo con el artículo 43.5.2 (Estado Límite de Inestabilidad / Comprobación de soportes aislados / Método aproximado) de la norma EHE-08. Se define para cada pilar y en cada uno de sus ejes principales independientemente: si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional, intraslacional o se desea fijar su factor de longitud de pandeo (factor que al multiplicarlo por la longitud del pilar se obtiene la longitud de pandeo), de acuerdo al LISTADO DE OPCIONES. Pueden definirse diferentes hipótesis de traslacionalidad y de intraslacionalidad para las combinaciones de 1° orden y para las combinaciones de 2° orden.

Si se fija el factor de longitud de pandeo de un pilar, se cons

es traslacional cuando sea mayor o igual que 1,0, e intraslacional en caso contrario.

Si la esbeltez de un soporte en una dirección es menor de la esbeltez inferior establecida en el Artículo 43.1.2 de la Instrucción EHE-08, no se comprueba este estado límite en dicha dirección.

- **Estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44°)**

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las solicitaciones tangentes de cortante producidas por las cargas mayoradas.

- **Estado límite de agotamiento por torsión (Artículo 45°)**

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las solicitaciones normales y tangenciales de torsión producidas en las barras por las cargas mayoradas. También se comprueban los efectos combinados de la torsión con la flexión y el cortante.

- **Estado límite de punzonamiento (Artículo 46°)**

Se comprueba la resistencia a punzonamiento en zapatas, forjados reticulares, losas de forjado y losas de cimentación producido en la transmisión de solicitaciones a los o por los pilares. No se realiza la comprobación de punzonamiento entre vigas y pilares.

- **Estado límite de fisuración (Artículo 49°)**

Se calcula la máxima fisura de las barras sometidas a las combinaciones cuasi-permanentes de las cargas introducidas en las distintas hipótesis.

- **Estado límite de deformación (Artículo 50°)**

Se calcula la deformación de las barras sometidas a las combinaciones correspondientes a los estados límite de servicio de las cargas introducidas en las distintas hipótesis de carga. El valor de la inercia de la sección considerada es un valor intermedio entre el de la sección sin fisurar y la sección fisurada (fórmula de Branson). Los valores de las flechas calculadas corresponden a las flechas activas o totales (según se establezca en las opciones), habiéndose tenido en cuenta para su determinación el proceso constructivo del edificio, con los diferentes estados de cargas definidos en el LISTADO DE OPCIONES.

- **Consideraciones sobre el armado de secciones**

Se ha considerado un diagrama rectangular de respuesta de las secciones, asimilable al diagrama parábola-rectángulo pero limitando la profundidad de la línea neutra en el caso de flexión simple.

- **Armadura longitudinal de montaje**

En el armado longitudinal de vigas y diagonales se han dispuesto unas armaduras repartidas en un máximo de dos filas de redondos, estando los redondos separados entre sí según las especificaciones de la Norma: 2 cm. si el diámetro del redondo es menor de 20 mm. y un diámetro si es mayor. No se consideran grupos de barras. En cualquier caso la armadura de montaje de vigas puede ser considerada a los efectos resistentes.

En el armado longitudinal de pilares se han dispuesto unas armaduras repartidas como máximo en una fila de redondos, de igual diámetro, y, opcionalmente, con armadura simétrica en sus cuatro caras para el caso de secciones rectangulares. En el caso de secciones rectangulares, se permite que el diámetro de las esquinas sea mayor que el de las caras. Se considera una excentricidad mínima que es el valor mayor de 20 mm o 1/20 del lado de la sección, en cada uno de los ejes principales de la sección, aunque no de forma simultánea. La armadura se ha determinado considerando un estado de flexión esviada, comprobando que la respuesta real de la sección de hormigón más acero es menor que las diferentes combinaciones de solicitaciones que actúan sobre la sección. La cuantía de la armadura longitudinal de los pilares será, al menos, la fijada por la Norma: un 4‰ del área de la sección de hormigón.

- **Armadura longitudinal de refuerzo en vigas**

Cuando la respuesta de la sección de hormigón y de la armadura longitudinal de montaje no son suficientes para poder resistir las solicitaciones a las que está sometida la barra o el área de acero es menor que la cuantía mínima a tracción, se han colocado las armaduras de refuerzo correspondientes.

La armadura longitudinal inferior (montaje más refuerzos) se prolonga hasta los pilares con un área igual al menos a 1/3 de la máxima área de acero necesaria por flexión en el vano y, en las áreas donde exista tracción, se coloca al menos la cuantía mínima a tracción especificada por la Norma. Las cuantías mínimas utilizadas son:

ACERO B 400 S (y B 400 SD) 3,3 ‰

ACERO B 500 S (y B 500 SD) 2,8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección de hormigón.

Se limita el máximo momento flector a resistir a $0,53 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$.

Conforme a las especificaciones de la Norma, y de forma opcional, se reducen las longitudes de anclaje de los refuerzos cuando el área de acero colocada en una sección es mayor que la precisada según el cálculo.

- **Armadura transversal**

En el armado transversal de vigas y diagonales se ha considerado el armado mínimo transversal como la suma de la resistencia a cortante del hormigón y de la resistencia del área de los cercos de acero, que cumplan las condiciones geométricas mínimas de la Norma EHE-08 y los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-94. Las separaciones entre estribos varían en función de los cortantes encontrados a lo largo de las barras.

En el armado transversal de pilares se ha considerado el armado mínimo transversal con las mismas condiciones expuestas para las vigas. Se ha calculado una única separación entre cercos para toda la longitud de los pilares, y en el caso de que sean de aplicación los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-94 se calculan tres zonas de estribado diferenciadas.

Siempre se determina que los cercos formen un ángulo de 90° con la directriz de las barras. Así mismo, siempre se considera que las bielas de hormigón forman 45° con la directriz de las barras. Se considera una tensión máxima de trabajo de la armadura transversal de 400 MPa.

Conforme a EHE-08, y de acuerdo con lo indicado en el LISTADO DE OPCIONES, se comprueba el no agotamiento del hormigón y se calcula el armado transversal necesario para resistir los momentos torsores de vigas y pilares. También se comprueba la resistencia conjunta de los esfuerzos de cortante más torsión y de flexión más torsión.

- **Armadura longitudinal de piel**

Aquellas secciones de vigas en las que la armadura superior dista más de 30 cm de la armadura inferior, han sido dotadas de la armadura de piel correspondiente.

- **Ménsulas cortas**

Las ménsulas cortas de hormigón armado definidas en la estructura, se arman y comprueban de acuerdo con el artículo 64º de EHE-08.

Se comprueba que sus dimensiones cumplan los rangos de validez de dicha norma. También invalidan aquellas ménsulas que soporten acciones verticales hacia arriba significativas.

Se considera que las acciones sobre la ménsula son siempre desde la cara superior, no contemplándose por tanto, el caso de cargas colgadas (artículo 64.1.3 de EHE-08).

- **Parámetros de cálculo del armado**

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

Este apartado se refiere al cálculo de la cimentación superficial mediante zapatas aisladas o combinadas y sus posibles vigas centradoras. Existen otros apartados en esta memoria referidos a la cimentación superficial mediante losas de cimentación, muros de sótano, muros resistentes y cimentaciones profundas mediante encepados y pilotes.

- **Geometría**

Los sistemas de coordenadas utilizados como referencia son los siguientes:

- **SISTEMA GENERAL:** constituido por el origen de coordenadas O_g y los ejes X_g , Y_g y Z_g . Los ejes X_g y Z_g son los horizontales y el eje Y_g es el eje vertical.
- **SISTEMA LOCAL:** formado por un sistema de ejes $[X_l, Y_l, Z_l]$ con origen en el nudo en el que cada zapata se define y paralelos a los ejes X_g , Y_g y Z_g .
- **SISTEMA DE EJES PRINCIPAL:** resultante de aplicar una rotación sobre los ejes locales de la zapata cuando ésta está girada respecto al eje Y_l .

- **Cargas**

Se consideran las cargas aplicadas directamente sobre las vigas riostras y centradoras, y las reacciones obtenidas en los nudos de la estructura en contacto con el terreno, determinadas en la etapa de cálculo de la estructura.

- **Cálculo de la tensión admisible**

Se realiza de acuerdo a lo establecido en CTE DB SE-C. El usuario podrá establecer la tensión admisible explícitamente o bien decidir que el programa la calcule en base al anejo F.1.1 del CTE DB SE-C.

- **Criterios de cálculo de zapatas aisladas**

Se contemplan distintas distribuciones del diagrama de presiones bajo las zapatas en función de las cargas que inciden sobre éstas: en el caso de zapata centrada con carga vertical y sin momento, se considera un diagrama de distribución de presiones rectangular y uniforme; en el caso de zapata centrada con carga vertical y momentos y en el caso de zapata en esquina o medianería con carga vertical y/o momentos, se considera un diagrama también rectangular y uniforme extendido a parte de la zapata de forma que el área de presiones sea cobaricéntrica con la resultante de acciones verticales.

En zapatas rectangulares $B \times L$ equivale a considerar una zapata equivalente $B^* \times L^*$, con

$$B^* = B - 2 \cdot e_B$$

$$L^* = L - 2 \cdot e_L$$

siendo e_B , e_L las excentricidades de la resultante respecto al baricentro de la zapata.

- **Criterios de cálculo de zapatas con vigas centradoras**

Cuando dos zapatas están unidas por una viga centradora, se analiza el conjunto zapata-viga-zapata independientemente de que alguna de las zapatas se encuentre también unida con otra zapata mediante una viga, sin considerar interacciones con otros conjuntos viga-zapata-viga. A la viga se le puede asignar cualquier tipo de unión (incluso uniones elásticas), lo cual es tenido en cuenta por el programa.

El conjunto de zapatas y viga centradora se analiza como una viga invertida, con carga continua igual a la resultante de la presión del terreno en las dos zapatas, y con apoyos en los pilares, comprobándose que la tensión bajo las dos zapatas no supere la tensión admisible del terreno.

- **Criterios de cálculo de zapatas combinadas**

El predimensionado de las zapatas combinadas se establece de forma que el cimientado pueda ser analizado como rígido, hipótesis que permite considerar una tensión uniforme sobre el terreno, tanto en las zonas alejadas de los pilares como en su proximidad. Por tanto, las condiciones de rigidez que cumplen las dimensiones de las zapatas combinadas son las siguientes:

■ Vuelos:

$$v \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

■ Vano central:

$$l \leq \frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

donde,

l	la luz del vano (máxima) entre pilares;
v	vuelo (máximo) en la dirección longitudinal y transversal;
B	el ancho de la zapata (dirección transversal);
E_c	el módulo de deformación del material de la zapata representativo del tipo de carga y su duración;
I_c	el momento de inercia de la zapata en un plano vertical, transversal (perpendicular al plano de alineación de pilares), respecto a la horizontal que pasa por su centro de gravedad;
k_{sB}	el módulo de balasto de cálculo, representativo de las dimensiones del cimientado.

- **Cálculo estructural del cimientado**

- **Criterios de armado de zapatas simples rígidas y flexibles**

Considerando los aspectos referentes a zapatas recogidos en la Instrucción EHE-08, se realizan las siguientes comprobaciones:

Comprobación a punzonamiento y cortante

La Instrucción EHE-08 define la sección de cálculo S2, situada a una distancia 'd' de la cara del pilar, y que tiene en cuenta la sección total del elemento de cimentación, donde d el canto útil de la zapata. Dichos valores se miden según la dirección en la que se realicen las comprobaciones.

En la comprobación a cortante se verifica que el cortante existente en la sección S2 es menor o igual a Vu2 (cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura transversal).

En la comprobación a punzonamiento se verifica que la tensión tangencial producida por el cortante en un perímetro crítico situado alrededor del pilar y a una distancia 2·d de su cara no supera la máxima tensión tangencial τ_{rd} .

Comprobación a flexión

En la Instrucción EHE-08 se define la sección de cálculo S1, situada a 0,15b, interior a la cara del pilar de lado b, para pilares de hormigón mientras que para pilares de acero se toma como referencia la sección en la cara del pilar. El cálculo de la armadura a flexión se realiza en dicha sección y de manera que no sea necesaria la armadura de compresión. La armadura mínima colocada cumple una separación máxima entre barras de 30 cm. y la siguiente cuantía geométrica mínima de la sección de hormigón:

- B 400 S 1,0 ‰
- B 500 S 0,9 ‰

- **Criterios de armado de zapatas tipo M o de hormigón en masa**

Se dimensiona el canto para que exista en la base de la zapata una máxima tensión de tracción igual a la máxima tensión de cálculo del hormigón a flexotracción, a efectos de que no sea necesaria la colocación de armadura. Se coloca no obstante una armadura mínima recomendada a efectos de

redistribución de esfuerzos en la base, compuesta por barras separadas 30 cm. Se realizan las siguientes comprobaciones:

Comprobación de punzonamiento

Se comprueba que la tensión tangencial resistida por un perímetro definido a distancia $h/2$ de la cara del pilar no sea mayor de $2 \cdot f_{ct,d}$, donde $f_{ct,d}$ es la resistencia de cálculo del hormigón a tracción, de valor:

$$f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ct,d} = 0,21 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c$$

$$f_{ck} > 50 \text{ MPa} \rightarrow f_{ct,d} = 0,41 \cdot f_{ck}^{1/2} / \gamma_c$$

donde f_{ck} es la resistencia característica del hormigón, en MPa.

Comprobación a cortante

Se comprueba que la tensión tangencial resistida por una sección paralela a cada uno de los lados y a distancia h de la cara del pilar, no es mayor que la resistencia de cálculo del hormigón a tracción, donde $f_{ct,d}$ tiene el valor definido anteriormente.

- **Criterios de armado de zapatas combinadas**

Para el cálculo de la flexión longitudinal se considera el modelo de viga apoyada en los pilares, con vano central y dos voladizos, según el caso, determinándose las armaduras longitudinales superior e inferior. Las cuantías geométricas mínimas consideradas en cada dirección (superior más inferior) son, en relación a la sección de hormigón (EHE-08 Art.42.3.5):

- B 400 S 2,0 %
- B 500 S 1,8 %

Para el cálculo de la sección transversal, la zapata se divide en cinco tramos, definidos al considerar un área delimitada al valor de un canto a cada lado de los pilares.

- Tramo 1: se extiende desde el borde de la zapata hasta una línea separada a un canto del primer pilar.
- Tramo 2: es el área situada debajo del primer pilar, de ancho dos veces el canto de la zapata.
- Tramo 3: es el área comprendida entre los dos pilares, de ancho su separación menos dos veces el canto de la zapata.
- Tramo 4: se sitúa debajo del segundo pilar, teniendo como ancho dos veces el canto de la zapata.
- Tramo 5: es el tramo comprendido entre una línea a distancia de un canto desde el pilar, y el borde de la zapata.

A partir de una hipótesis de voladizo de longitud el mayor de los vuelos en sentido transversal se calcula la armadura longitudinal en los tramos 2 y 4. En los tramos 1, 3 y 5 se coloca una armadura que cubra al menos un momento igual al 20% del longitudinal, respetando las cuantías geométricas mínimas.

Para la comprobación de la armadura transversal se calculan unas dimensiones tales que no sea necesaria la disposición de estribos.

- **Parámetros de cálculo del cimiento**

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE MUROS DE SÓTANO Y DE CONTENCIÓN EN MÉNSULA

- **Muros de Sótano**
- **Criterios de cálculo**

Los muros de sótano trabajan a flexión compuesta, recibiendo las cargas verticales de los pilares y de los forjados que apoyan sobre ellos, además de los empujes horizontales del terreno y del agua por debajo del nivel freático. Son elementos estructurales de contención de tierras sobre los que apoyan pilares o forjados provenientes de la estructura.

El cálculo estructural del muro se realiza suponiendo que existen apoyos en los elementos horizontales unidos al muro; en concreto se supone que existen apoyos horizontales al menos en la base y en la parte superior del muro. Tales elementos horizontales (vigas y forjados) deben estar construidos previamente al muro para que puedan transmitir las acciones horizontales producidas al rellenar el trasdós. Por lo tanto, si el muro se construye hormigonando contra el terreno, es

indispensable colocar los apeos convenientes hasta que los forjados o vigas puedan estabilizar el muro a vuelco y deslizamiento, a la vez que soportan las cargas provocadas por el empuje del terreno.

Los pilares con continuidad dentro del muro experimentan un aumento de rigidez correspondiente a una sección equivalente de dimensiones:

- ancho igual al espesor del muro.
- canto igual a la base de un triángulo equilátero calculado a partir de la intersección del pilar con el nivel superior del forjado. Para un muro de espesor X y altura Y , un pilar tendría una rigidez adicional correspondiente a una sección de ancho X y de canto

$$\frac{2Y}{\tan 60}$$

Si un pilar pertenece a dos muros, como es el caso de pilares de esquina, se considera simultáneamente el aumento de rigidez producido por pertenecer a dos muros.

Las vigas y diagonales embutidas dentro del muro transmiten las cargas provenientes de los forjados al muro, quedando posteriormente sin armar al considerarse su armado sustituido por el del propio muro.

Las vigas de zapata que unen zapatas aisladas o combinadas con el muro, centran la carga que reciben esas zapatas, pero no la del propio muro.

Los muros apoyados en losas de cimentación transmiten sus cargas a éstas. El grado de empotramiento entre la losa de cimentación y el muro vendrá dado por la rigidez impuesta a las barras contenidas en el muro, siendo, en general, más próximo al apoyo que al empotramiento. Estos muros carecen de zapata, debiéndose disponer en la losa las esperas necesarias para el armado del muro.

● Acciones horizontales

En la determinación del valor de los empujes, se considera el coeficiente de empuje en reposo del terreno. El terreno por encima de la cota del nivel freático se considera siempre seco. El empuje por debajo de la cota del nivel freático es la suma del empuje producido por la presión hidrostática y del empuje producido por el terreno considerando su densidad sumergida. Si existe sobrecarga en coronación se asimila a una presión uniforme en toda la altura del muro. También se tiene en cuenta la posible inclinación (talud) del terreno.

El cálculo del empuje producido por la acción sísmica, según NBE PDS-1/74 o NCSE, se realiza afectando de un factor de mayoración al valor del coeficiente de empuje del terreno, igual a 1 más la aceleración sísmica de cálculo dividida por g (aceleración de la gravedad).

● Acciones verticales

Pilares y vigas contenidas en el muro

A los efectos de considerar la carga vertical actuante sobre el muro, el programa determina la carga media por metro lineal de muro transmitida por los pilares contenidos, así como la carga de las vigas embutidas en el muro, que no transmiten su carga a ningún pilar.

Apoyos en cabeza o dentro del muro

Los apoyos en cabeza o dentro del muro que supongan al menos una reacción vertical, transmiten acciones también verticales al muro, de la siguiente forma:

- Apoyos de pilares en cabeza o dentro del muro. Transmiten la carga vertical del pilar, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.
- Apoyos de vigas exentas al muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Transmiten la reacción vertical del apoyo, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.
- Apoyos de vigas embutidas en el muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Las reacciones del apoyo no se tienen en cuenta, ya que las cargas de las vigas son asumidas directamente por el programa.
- Apoyos sobre los que descansan conjuntamente pilares y vigas exentas al muro, tanto en cabeza como dentro del muro. Transmiten únicamente la carga vertical del pilar, determinando el programa la carga media equivalente por metro lineal de muro.

● Combinaciones

Se consideran dos hipótesis para el cálculo transversal (armadura vertical) del muro:

- HIPOTESIS 1. Actuación de las acciones del terreno.
- HIPOTESIS 2. Actuación conjunta de las acciones del terreno y de la carga vertical.

Se consideran dos situaciones en la unión entre el muro y la zapata: apoyo simple o empotramiento del muro en la zapata.

A efecto del cálculo del muro, se considera la excentricidad producida por la reacción en la zapata respecto al eje del muro, a la altura de arranque del muro de cota inferior.

- **Cálculo de la armadura transversal (vertical)**

La armadura transversal en cada cara del muro y para cada altura del muro se dimensiona para la combinación más desfavorable de esfuerzos, compresión y flexión, de las hipótesis anteriores, y para un ancho de muro de un metro.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la norma de hormigón seleccionada (EHE-08, EHE ó EH-91). También se realiza la comprobación del E.L.S. de Fisuración, de acuerdo con la norma de hormigón seleccionada (EHE-08, EHE ó EH-91).

- **Cálculo de la zapata del muro**

La zapata del muro se calcula utilizando las mismas hipótesis consideradas en el cálculo de la cimentación. Ver apartado de Cálculo de Cimentación.

- **Cálculo de la armadura longitudinal (horizontal)**

Se considera el muro en su sentido longitudinal como una viga continua recibiendo como carga la tensión del terreno. Para los momentos positivos y negativos que tiene que resistir se comprueba la respuesta de la sección del muro con las armaduras horizontales debidas a las cuantías mínimas.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la norma de hormigón seleccionada, para la armadura horizontal.

Se comprueba la armadura frente a la aparición de tracciones horizontales, teniendo que resistir la armadura longitudinal una fuerza de valor:

$$T = 0,3 \cdot Nu \cdot \left(1 - \frac{d}{L}\right)$$

donde:

L es la mayor luz entre pilares

Nu es el axil máximo de los pilares, distribuida en la altura del muro o en una altura menor si la menor luz entre pilares es menor que la altura del muro.

Armado de pilares con continuidad dentro del muro

Los pilares de hormigón dentro del muro prolongan el armado del pilar a cota inmediatamente superior exento al muro. De esta forma el armado de pilares embutidos se hace continuo hasta la zapata del muro, tanto para pilares con lado igual como mayor que el espesor del muro.

El proyectista puede decidir entre prolongar las armaduras del pilar hasta la zapata del muro o hacer que arranquen desde la cabeza del muro, en cuyo caso deberá dejar previstas en obra las correspondientes esperas.

- **Muros de Contención o en Ménsula**

- **Criterios de cálculo**

Los muros de contención en ménsula trabajan fundamentalmente a flexión simple, recibiendo los empujes horizontales y (en menor medida) verticales del terreno y del agua por debajo del nivel freático, y transmitiéndolos de nuevo al terreno mediante su propia cimentación.

Son elementos autoportantes, que no necesitan de la colaboración de ningún otro elemento estructural. Tampoco reciben acciones de ninguna otra parte de la estructura.

- **Determinación de los empujes**

En la determinación del valor de los empujes, se considera el coeficiente de empuje activo del terreno, de acuerdo con la teoría de Coulomb. El terreno por encima de la cota del nivel freático se considera siempre húmedo (densidad aparente). El empuje por debajo de la cota del nivel freático es la suma del empuje producido por la presión hidrostática y del empuje producido por el terreno considerando su densidad sumergida. Si existe sobrecarga en coronación se asimila a una presión uniforme en toda la altura del muro. Estos empujes tienen siempre una componente horizontal, y dependiendo de la geometría del muro y los parámetros de cálculo, una componente vertical.

El cálculo del empuje producido por la acción sísmica, según NBE PDS-1/74 o NCSE, se realiza afectando de un factor de mayoración al valor del coeficiente de empuje del terreno, igual a 1 más la aceleración sísmica de cálculo dividida por g (aceleración de la gravedad).

Se considera también el peso propio del muro, del terreno situado sobre la puntera y de parte del terreno situado sobre el talón. Todas las acciones se consideran concomitantes.

- **Dimensionado de la cimentación**

La cimentación se dimensiona de forma que no se supere la tensión máxima admisible del terreno, con la hipótesis de respuesta uniforme.

Se comprueba la seguridad a vuelco, de acuerdo con lo indicado en las opciones.

Se comprueba la seguridad a deslizamiento, de acuerdo con lo indicado en las opciones. Si se considera el efecto favorable del empuje pasivo sobre la puntera y tacón del muro, también se realiza la comprobación sin tener en cuenta dicho empuje pasivo y con coeficiente de seguridad unidad.

- **Cálculo de la armadura transversal (vertical)**

La armadura transversal en cada cara del muro y para cada altura del muro se dimensiona para la combinación más desfavorable de esfuerzos, compresión y flexión y para un ancho de muro de un metro.

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la normativa de hormigón (EHE-08, EHE ó EH-91) seleccionada. También se realiza la comprobación del E.L.S. de Fisuración, de dicha normativa.

- **Armadura longitudinal (horizontal)**

Se consideran las cuantías mínimas a retracción y temperatura de la norma de hormigón seleccionada, para la armadura horizontal. En todo punto, la armadura horizontal tendrá una cuantía no menor de un 20% de la armadura vertical en el mismo punto.

- **Parámetros de cálculo de muros de sótano y de contención en ménsula**

Ver LISTADO DE OPCIONES.

CÁLCULO DE FORJADOS RETICULARES Y LOSAS MACIZAS DE FORJADO

Los forjados reticulares responden a la tipología de losa aligerada de canto constante; con bloques aligerantes perdidos o recuperables (casetones). Las losas de forjado responden a la tipología de placas macizas de canto constante.

Un mismo plano (horizontal o inclinado) puede contar con uno o varios forjados reticulares y/o losas. Un mismo pilar - ábaco puede pertenecer a varios forjados reticulares y/o losas.

- **Modelización**

Los forjados reticulares y las losas de forjado se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales entre sí. Dichas barras, junto con las del resto de la estructura conforman la matriz de rigidez de la misma. El cálculo de solicitaciones se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones, y presentando cada nudo seis grados de libertad, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño de los pilares ya comentadas en el apartado 5 de esta Memoria. No se utilizan, por tanto, simplificaciones del tipo 'pórticos virtuales' o 'líneas de rotura'.

Las características del material (módulo de Young, de Poisson y coeficiente de dilatación térmica) son propias para los forjados reticulares y losas de forjado. En las losas de forjado se puede, además, fijar el tanto por ciento de rigidez a torsión entre un 0% y un 100% (Ver LISTADO DE OPCIONES).

Las cargas introducidas en los forjados reticulares y losas se consideran concentradas en los nudos (puntos de intersección de los nervios de ambas direcciones).

No es conveniente utilizar distancias entre nervios de más de 100 cm. En el caso de losas de forjado es recomendable utilizar un paso de discretización del orden de 50 cm o 1/8 de la distancia media entre pilares.

- **Nervios (forjados reticulares)**

Se define la geometría del nervio como una sección en T mediante una poligonal de 12 vértices. En función de ella, por integración, se han obtenido las características geométricas y mecánicas del mismo: I_x , I_y , I_z y A_x , equivalentes a las del resto de barras de la estructura (apartado 4 de esta Memoria). No se consideran características mecánicas diferenciales debidas a proximidad de zunchos o ábacos.

La rigidez a la torsión de los nervios es modificable por el usuario, entre los valores de un 0% y un 100% (Ver LISTADO DE OPCIONES).

- **Ábacos**

Se consideran ábacos del mismo canto al del forjado reticular o losa de forjado o de mayor canto que ellos (ábacos resaltados). Se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales. Si el pilar no coincide con uno de los nudos de la retícula, se han introducido barras ficticias, paralelas a los nervios, que lo unen a los nervios más próximos. Para la definición de sus características geométricas y mecánicas, se han dividido los ábacos, en cada dirección, en bandas colindantes de sección rectangular.

En el caso de ábacos de forjados reticulares, se puede fijar su rigidez a la torsión, entre los valores de un 0% y un 100%. En el caso de ábacos de losas macizas, su rigidez a la torsión es la misma que la del resto de la losa.

- **Zunchos**

Se definen dos tipologías de zunchos:

- *Zunchos con ficha predefinida.* Un zuncho con ficha predefinida es una barra de sección constante con un determinado armado longitudinal y transversal constante en toda su longitud. Cada zuncho se asocia a un perfil de hormigón de la biblioteca de perfiles cuya forma debe de ser 'Rectangular', en 'T' o 'L', del que leen las características geométricas y mecánicas, dimensiones, áreas e inercias.
- *Zunchos con sección asignada.* Un zuncho con sección asignada es una barra de sección constante a la que se asigna un perfil de hormigón de la biblioteca de perfiles cuya forma debe de ser 'Rectangular', en 'T' o 'L', del que leen las características geométricas y mecánicas, dimensiones, áreas e inercias. Su armado se calculará de igual forma y junto con el resto de vigas, pilares y diagonales de hormigón armado de la estructura, y por tanto, poseen armaduras de montaje, refuerzos y estribos no constantes en toda su longitud.

- **Dimensiones de los diferentes elementos**

Las dimensiones de los diferentes elementos vienen fijadas en la Instrucción EHE-08. Concretamente, se cumplen las mencionadas a continuación.

- **Nervios (forjados reticulares)**

Su ancho mínimo, b, es

$$b \geq 7 \text{ cm.}$$

$$b \geq d/4; \text{ siendo 'd' el canto del bloque aligerante}$$

El espesor de la capa de compresión, t, es

$$t \geq 5 \text{ cm.}$$

Si los nervios carecen de cercos, se debe cumplir:

$$d \leq 80 \text{ cm.}, \text{ siendo 'd' el canto útil del forjado}$$

$$a \leq 100 \text{ cm.}, \text{ siendo 'a' la distancia entre nervios}$$

$$a \leq 8b, \text{ siendo 'b' el ancho mínimo del nervio}$$

- **Comprobación a punzonamiento**

Se realiza la comprobación a punzonamiento indicada por el artículo 46. de la Instrucción EHE-08 con las siguientes salvedades (la nomenclatura utilizada es la indicada por dicha Norma):

No se realiza la comprobación a punzonamiento si al pilar de estudio acometen zunchos de canto superior al canto del ábaco.

No es necesaria armadura de punzonamiento si se verifican:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$$

siendo

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd,ef}}{u_1 \cdot d}; \quad F_{sd,ef} = \beta \cdot F_{sd}$$

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd} \geq \frac{0,075}{\gamma_{cd}} \sqrt{\xi^3 \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,02; \quad \xi = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$$

Es opcional la consideración o no del parámetro β (que reduce la capacidad resistente a punzonamiento de los pilares de medianera y esquina).

En ningún caso la resistencia total a punzonamiento, N_d supera el valor $f_{tcd} = 0,30 \cdot f_{cd}$.

No se considera la incidencia de agujeros próximos a los soportes (opcional, según EHE-08).

No se consideran los lados del perímetro crítico que disten menos de $6d$ de un borde, ya sea exterior o interior.

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Se comprueba la no necesidad de armadura de punzonamiento en un perímetro crítico a distancia $2 \cdot d$ exterior al armado de punzonamiento (equivale a 4 veces el canto útil del borde del pilar).

● Criterios de armado

Los criterios considerados en el armado de los forjados reticulares siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, tal como se indica en el apartado correspondiente a vigas de esta Memoria, así como las especificaciones particulares expuestas en el artículo 55° ("Placas, losas y forjados bidireccionales") de la mencionada Norma.

No se utilizan redondos de diámetro superior a la décima parte del canto total del forjado reticular ni de diámetro superior a 25 mm.

No se tiene en cuenta la flexión lateral (flexión en el plano del forjado) en el cálculo del armado, aunque sí el axil (de compresión o tracción) existente.

Se permite, de forma opcional, considerar una redistribución (plastificación) de momentos flectores M_z en vanos de hasta un 20% del momento negativo, afectando tanto al armado de los nervios como de los ábacos. Esta redistribución se realiza vano a vano de cada nervio de forma independiente. Para la definición de los 'apoyos' (y por tanto los vanos) se utilizan los 'picos' de los momentos negativos de la hipótesis de carga permanente.

Se realizará esta redistribución siempre que el momento máximo positivo sea no menor de $\frac{1}{3}$ del máximo negativo ni mayor del máximo negativo y existan momentos negativos en ambos extremos (o próximos a cero). No se descenderá la gráfica de aquel extremo en que exista momento positivo.

● Cálculo del armado de nervios

Se ha considerado un diagrama parábola – rectángulo de respuesta de las secciones, y limitando la profundidad de la fibra neutra en el caso de flexión simple. En el caso de reticulares, el armado se calcula por nervios. En el caso de losas, el armado se calcula con la misma discretización realizada para el cálculo de esfuerzos: en bandas de ancho fijo a las que denominaremos 'nervios' por su similitud con los nervios de un forjado reticular.

● Armadura base longitudinal (losas de forjado)

En toda la superficie de la losa de forjado se dispone un armado longitudinal en la cara inferior, siendo opcional en la cara superior, y en ambas direcciones. Estará constituido por barras o mallas electrosoldadas de un mismo diámetro y separación (aunque pueden ser diferentes para cada cara y dirección).

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm y a dos veces el canto de la losa. Si no existe armado base superior, estas separaciones mínimas serán respetadas por la armadura longitudinal superior de refuerzo.

La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (repartiéndola como 40% en superior y 60% en inferior si existe armado base superior e inferior; o como 100% en inferior en el caso de existir sólo armado base inferior) es, expresadas en tanto por mil de área de la sección de la losa (art. 42.3.5 de EHE-08):

■ ACERO B400S (y B400SD): 2.0 ‰

■ ACERO B500S (y B500SD): 1.8 ‰

Esta armadura base, además de como armadura de reparto, se considera en el cálculo de los refuerzos (tanto como armadura de tracción como de compresión).

● Armadura longitudinal de refuerzo de nervios

El armado longitudinal de nervios se dispone exclusivamente en una capa de redondos, respetándose la limitación de Norma sobre distancia entre ellos: 1,25 veces el tamaño máximo del árido, 2 cm. para redondos de diámetro menor de 20 mm. y un diámetro para el resto. No se consideran grupos de barras. Un tercio de la armadura inferior máxima de cada nervio se prolonga en toda su longitud. Para este armado se considera como nervio una alineación de nervios entre bordes exteriores o interiores (debidos a huecos) del forjado.

Como armadura de negativos mínima en los bordes de los forjados y losas se coloca, al menos, un armado constituido por barras cuya separación sea como máximo la máxima permitida por normativa (25 cm o dos veces el canto de la losa, según EHE-08) y con una cuantía, en cm^2/m , de al menos $0,025 \cdot d$, siendo 'd' el canto útil de la losa en centímetros. La longitud de dichos redondos será de al

menos 2 veces el canto de la losa. Esta armadura no será necesaria si el forjado o losa dispone de una armadura base superior. Esta armadura podría sustituirse por el armado transversal de los zunchos de borde, aunque no se realiza de forma automática.

En el caso de forjados reticulares, el armado longitudinal del nervio existente en la sección límite nervio - ábaco, se prolonga en toda la longitud del ábaco.

En el caso de reticulares, se comprueba la cuantía geométrica mínima de tracción indicada por la normativa (art. 42.3.5 de EHE-08), considerándolos a estos efectos como vigas de sección rectangular de ancho el ancho de cortante (b_w) y canto el del forjado.

● Armadura transversal

En los forjados reticulares, la armadura transversal de los nervios es opcional (Ver LISTADO DE OPCIONES). Si no se desea este tipo de armado, deben cumplirse las limitaciones de dimensiones indicadas en el apartado correspondiente de esta Memoria.

En el caso de que sea necesaria armadura transversal, se cumplen las separaciones mínimas impuestas por EHE-08. Dicha armadura transversal se realiza mediante cercos ortogonales a la directriz del nervio. Las ramas laterales toman la inclinación respecto a la horizontal 'g' inicial de los paramentos laterales del nervio (la inclinación del lado lateral inferior del polígono que define la geometría del nervio). En cada barra de la retícula, la armadura transversal es constante.

En las losas de forjado, la armadura transversal de los nervios es también opcional (ver LISTADO DE OPCIONES), y estará constituida por estribos, 'piés de pato' u otros dispositivos que proporcionen ramas perpendiculares al plano de la losa con las separaciones, en las dos direcciones, indicadas en la documentación gráfica.

Se cumple que la contribución de la armadura transversal a la resistencia del esfuerzo cortante, V_{su} , es:

$$V_{su} = \sum (A_s \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \text{sen}(\theta))$$

donde

As:	Sección, por unidad de longitud, según un plano horizontal, de las armaduras transversales que atraviesan dicho plano.
f _{yd} :	Resistencia de cálculo de la armadura transversal, no mayor de 400 MPa.
d:	Canto útil.
θ:	Ángulo que forman las ramas con la dirección perpendicular al plano del forjado.

El ancho eficaz, b_w , es:

- El ancho mínimo del nervio si la sección considerada está solicitada con momentos positivos.
- El ancho del nervio, a una altura desde el borde inferior del mismo ' $d/4$ ', si la sección está solicitada con momentos negativos, siendo ' d ' el canto útil de la sección.

● Cálculo del armado de ábacos

● Armadura longitudinal de ábacos

Los ábacos de forjados reticulares, y los ábacos resaltados de forjados reticulares, losas macizas y de cimentación, cuentan con armadura longitudinal en ambas direcciones y caras.

Se calcula por separado el armado longitudinal en las dos direcciones.

Para el cálculo del armado se considera la sección completa del ábaco, (ancho del ábaco por canto del ábaco) teniendo en cuenta el sumatorio de solicitaciones de toda la sección. Se considera la contribución del armado longitudinal de los nervios (que como queda dicho, se prolonga en el interior de los ábacos). Dicho armado, se suplementa, si es necesario, mediante refuerzos, dispuestos en ambas direcciones y tanto en la cara superior como la inferior. En los cuatro casos, los refuerzos se disponen equidistantes entre sí y en toda la superficie del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos de canto superior al del ábaco, no se consideran los esfuerzos ni el armado del zuncho para el cálculo del armado del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos del mismo o menor canto que el ábaco, sus esfuerzos serán resistidos por la armadura del ábaco. Si además dichos zunchos son de sección predefinida, su armadura será tenida en cuenta en el cálculo del armado del ábaco.

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm. La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (superior más inferior) es:

- ACERO B400S (y B400SD): 2.0 ‰
- ACERO B500S (y B500SD): 1.8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección del ábaco. Además, en cada cara (superior e inferior) existe una cuantía mínima de un tercio de la mencionada. En todo caso, existe un armado mínimo consistente en barras del diámetro mínimo que se fije y separadas 25 cm.

En el caso de que un ábaco sea común a más de un forjado reticular o losa (con direcciones de nervios diferentes), se considera un armado en cada cara (superior e inferior) constituido por redondos del mismo diámetro y a la misma separación en dos direcciones ortogonales.

El anclaje de la armadura superior se realiza en prolongación recta, y el de la armadura inferior con barras dobladas, aunque las barras inferiores que coincidan con los nervios pueden anclarse en prolongación recta.

- **Armadura transversal de ábacos**

La armadura transversal de ábacos (armadura de punzonamiento) es opcional (Ver LISTADO DE OPCIONES). Si no se desea armado de punzonamiento, se invalidan los ábacos que la precisen. La armadura de punzonamiento se dispone mediante barras longitudinales y cercos verticales en las dos direcciones de los nervios. Conforman, en cada dirección, una 'jaula' de anchura la del soporte y de longitud no mayor a la del ábaco ni menor a $2d$ contado desde la cara del soporte. El primer cerco se dispone a una distancia de $0,5d$ del soporte. El resto, se disponen separados una misma distancia que es menor de $0,75d$ (en todos los casos, 'd' es el canto útil del ábaco).

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Si existen en el ábaco zunchos de canto superior al del ábaco, no se realiza la comprobación a punzonamiento del ábaco. Se considera que el punzonamiento se transforma en cortante que es asumido por los estribos del o los zunchos.

- **Cálculo del armado de zunchos**

Tanto para zunchos de borde como interiores, se distinguen dos casos:

- **A.** El canto del zuncho es menor o igual al máximo canto de los forjados o losas a los que pertenece.
- **B.** El canto del zuncho es mayor al máximo canto de los forjados o losas a los que pertenece.

Si un ábaco o un zuncho están en el límite de una losa y un forjado reticular, a efectos del armado se supone que pertenecen al forjado reticular.

El armado longitudinal se calcula para la combinación de esfuerzos (axiles y flectores) en las secciones del zuncho no embebidas en un ábaco (caso de zunchos de tipo 'A' pertenecientes a forjados reticulares) o en toda su longitud (caso de zunchos de tipo 'B' o pertenecientes a losas de forjado).

El armado transversal se calcula para la combinación de esfuerzos (cortantes y torsores) en las secciones del zuncho no embebidas en un ábaco (zunchos de tipo 'A') o en toda su longitud (zunchos de tipo 'B').

- **Zunchos de sección predefinida**

El armado de un zuncho está formado por una armadura longitudinal y una armadura transversal constantes en toda su longitud, de acuerdo con las opciones de cálculo de forjados (ver LISTADO DE OPCIONES).

El armado longitudinal de los zunchos de borde interiores (perímetro de huecos) se prolonga la longitud de anclaje necesaria a cada lado, invadiendo la zona de nervios.

- **Zunchos de sección asignada**

El armado de un zuncho está formado por una armadura montaje, refuerzos longitudinales y una armadura transversal de acuerdo con las opciones de cálculo de armado de vigas (ver LISTADO DE OPCIONES). Los materiales que se consideran son los del armado de vigas (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el cálculo de la armadura transversal, el programa considera tres separaciones diferentes de estribos. Para el cálculo del cortante existente en la zona próxima a los pilares, el programa en cada extremo el cortante existente a una distancia 'd' de la cara del pilar inferior. Dado que el programa transforma las cargas aplicadas sobre forjados reticulares y losas en cargas aplicadas en los nudos, para obtener dicho cortante se realiza una interpolación lineal entre el cortante existente sobre el pilar y la media aritmética de los cortantes existentes a ambos lados de cada tramo de zuncho.

- **Parámetros de cálculo del armado**

Ver LISTADO DE OPCIONES

- **Crecimientos**

Es posible definir un crecimiento (distancia entre el eje de cálculo y en centro geométrico) cualquiera para los pilares y zunchos. Dicho crecimiento es considerado en la determinación de la sección crítica a punzonamiento.

- **Grafismos de las salidas gráficas de resultados**

Existe una escala numerada para la identificación y replanteo de los nervios, en ambas direcciones.

Un grafismo en forma de corchete que engloba 2 o más nervios indica que dichos nervios presentan el mismo armado.

- **Limitaciones de diseño. Pilares de acero.**

No se contempla la posibilidad de forjados reticulares o losas de forjado sobre soportes metálicos. Si se utilizan soportes metálicos el usuario debe disponer y calcular los correspondientes elementos de conexión entre el forjado el pilar metálico, como por ejemplo, perfiles metálicos en u, en cada una de las direcciones del forjado.

- **Forjados reticulares y losas sobre muros de sótano.**

Se asigna de forma automática una condición de apoyo (articulación) a los nudos de un forjado reticular o losa contenidos en un muro de sótano. Si se asigna un apoyo elástico, tanto al desplazamiento como al giro (resorte), al borde del forjado, se considera prioritariamente esta condición frente a la primera. De esta forma se modifica la condición de apoyo por la de empotramiento elástico. Se tomarán las disposiciones constructivas necesarias para que la unión entre el forjado y el muro responda a la hipótesis considerada en el cálculo.

CÁLCULO DE MUROS RESISTENTES DE HORMIGÓN

Las armaduras de los muros resistentes de hormigón armado se calculan constantes en cada cara de cada muro, y están formadas por una barras longitudinales en ambas caras, tanto en horizontal como en vertical. Si es necesario, se dispone también un armado transversal (estribos en forma de ganchos), que unen las armaduras de ambas caras. Estos estribos se disponen siempre en las intersecciones del armado horizontal y vertical, aunque no necesariamente en todas las intersecciones.

Para el cálculo del armado de cada muro, se consideran las tensiones (esfuerzos) de todos sus nodos. De las siete tensiones existentes, que producen otros tantos esfuerzos, se consideran las siguientes:

Para el cálculo de la armadura longitudinal horizontal se consideran los esfuerzos F_x (axil producido por la tensión s_x de tensión plana), T_{xy} (cortante producido por la tensión t_{xy} de tensión plana) y M_x (momento flector producido por la tensión s_x de flexión).

Para el cálculo de la armadura longitudinal vertical se consideran los esfuerzos F_y (axil producido por la tensión s_y de tensión plana), T_{xy} (cortante producido por la tensión t_{xy} de tensión plana) y M_x (momento flector producido por la tensión s_y de flexión).

Para el cálculo de la armadura transversal se consideran los esfuerzos T_{xz} (cortante producido por la tensión t_{xz} de flexión) y T_{yz} (cortante producido por la tensión t_{xz} de flexión).

En los esfuerzos de cortante, se utiliza la teoría habitual de bielas de hormigón comprimidas y tirantes de acero traccionados, teoría de Ritter-Mörsch. De esta forma, el cortante T_{xy} provoca bielas de hormigón paralelas al plano del muro e inclinadas 45° con respecto a la horizontal, estando los tirantes constituidos por la propia armadura longitudinal (horizontal y vertical) del muro. El cortante T_{xz} , provoca bielas de hormigón horizontales e inclinadas 45° con respecto al plano del muro, estando los tirantes constituidos por la armadura longitudinal horizontal y la armadura transversal. El cortante T_{yz} , provoca bielas de hormigón verticales e inclinadas 45° con respecto al plano del muro, estando los tirantes constituidos por la armadura longitudinal vertical y la armadura transversal.

También se realiza la comprobación de fisuración, de acuerdo con EHE-08.

Una vez evaluado el armado por unidad de longitud de muro, se propone como armadura del muro el más desfavorable de los armados calculados en cada nodo.

- **Esbeltez y pandeo**

Para el cálculo de la armadura longitudinal se tiene en cuenta el pandeo producido por los esfuerzos de compresión, tanto horizontal como vertical.

En todo caso, la longitud de pandeo de un muro está en función, entre otras cosas, de su anchura (longitud horizontal) y su altura. Para evaluar la anchura y altura de un muro en un determinado punto,

Tricalc divide en primer lugar el muro en tantas alturas como forjados unidireccionales, reticulares o losas horizontales atraviere (aunque el forjado no divida totalmente el muro). Se calcula entonces la anchura y altura de la parte de muro al que pertenece el punto considerado. Como caso particular, si el muro no está unido a ningún forjado en su parte superior, se considera como altura del último tramo el doble de la real, para considerar la falta de arriostamiento en la parte superior del muro.

El programa evalúa la longitud de pandeo de forma independiente para las dos direcciones (horizontal y vertical) de cálculo. En cada una de ellas, es opcional considerar o no el pandeo y considerar la estructura como traslacional, intraslacional o con el factor de longitud de pandeo fijado.

Se define, para el pandeo vertical, l' como la altura del muro y s' como su anchura; y para el pandeo horizontal l'' como la anchura del muro y s'' como su altura.

Se define una excentricidad accidental, a añadir a todas las combinaciones de flexocompresión de valor $e = \max(t/20, 2 \text{ cm})$ siendo t el espesor del muro.

La longitud de pandeo, l_0 , viene dada por la expresión $l_0 = b \cdot l$.

Si la estructura es intraslacional, el factor b tiene un valor comprendido entre 0,5 y 1,0, en función de la relación l/s . Si la estructura es traslacional, el factor b tiene un valor comprendido entre 1,0 y 2,0, en función de la mencionada relación l/s . La tabla siguiente resume los valores del coeficiente b , teniendo en cuenta que los valores intermedios se interpolan linealmente.

l/s	traslacional	intraslacional
≤ 1	1,0	0,5
2	1,6	0,8
$\square 4$	2,0	1,0

La esbeltez de un muro (horizontal o vertical) viene dada por la expresión $l = l_0/t$. La norma española no da ningún tipo de limitación al valor de la esbeltez.

La esbeltez ficticia (de segundo orden) de un muro viene dada por la expresión

$$e_a = 15/E_c \cdot (t+e_1) \cdot l^2$$

donde E_c es el módulo instantáneo de deformación del hormigón, en MPa, y e_1 es la excentricidad determinante, cuyo valor es:

- En pandeo horizontal, es la excentricidad de primer orden en el punto de estudio.
- En pandeo vertical y estructura traslacional, es la máxima excentricidad de primer orden entre la parte inferior y la superior del trozo de muro considerado.
- En pandeo vertical y estructura intraslacional, es la máxima excentricidad de primer orden en el tercio central de la vertical del muro que pasa por el punto de estudio.

La excentricidad total a considerar, viene dada por la suma de la excentricidad de primer orden, más la excentricidad accidental, más la excentricidad ficticia.

● Limitaciones constructivas

La Instrucción EHE-08 no posee ninguna reglamentación específica de muros resistentes de hormigón armado, por lo que se utilizan las prescripciones generales que sean aplicables, así como criterios habituales en este tipo de elementos.

La separación máxima entre redondos es de 30 cm, aunque no puede ser mayor de 5 veces el espesor del muro.

Si la cuantía geométrica de la armadura horizontal o vertical supera el 2%, se coloca armadura transversal aunque no sea necesaria por cálculo.

La cuantía mecánica de la armadura horizontal o vertical no puede superar la del hormigón. La cuantía geométrica debe ser, al menos, la indicada en el artículo 42.3.5 de EHE-08 para muros (tomando como espesor del muro no más de 50 cm):

	Tipo de acero	
	B 400 S	B 500 S
	B 400 SD	B 500 SD
Armadura horizontal	4,0 ‰	3,2 ‰
Armadura vertical	1,2 ‰	0,9 ‰

La separación máxima de la armadura transversal es de 50 cm. Si el diámetro máximo longitudinal es mayor de 12mm, la separación máxima de la armadura transversal no podrá superar 15 veces el diámetro mínimo de la armadura longitudinal.

- **Anclajes y refuerzos de borde**

En los bordes laterales de los muros resistentes de hormigón, que posean otros muros adyacentes en su mismo plano, el armado longitudinal horizontal se ancla por prolongación recta una longitud de anclaje en posición de buena adherencia. En el borde superior, si existe otro muro adyacente, el armado longitudinal vertical se ancla por prolongación recta el doble de la longitud de anclaje en posición de buena adherencia. Esto se debe a que hacia abajo nunca se ancla el armado longitudinal vertical, dado que no puede atravesar la junta de hormigonado.

En todos los bordes de un muro resistente (incluidos los bordes pertenecientes a los huecos), que no se pueda anclar la armadura longitudinal en un muro adyacente, se deben disponer en los bordes refuerzos en forma de 'U' que anclen los redondos de ambas caras del muro. Su cuantía será la máxima entre las cuantías de ambas caras (en la dirección considerada), y su diámetro será el mayor de los diámetros de los redondos que anclados. La longitud de los lados de la 'U' es la longitud básica de anclaje en prolongación recta y en posición de buena adherencia.

CÁLCULO Y ARMADO DE ZAPATAS DE MUROS RESISTENTES

Los muros resistentes, independientemente de su material (hormigón armado, ladrillo, piedra granito, piedra arenisca, bloques de hormigón u otros) podrán contar con una zapata de hormigón como cimentación. La única diferencia es que si el muro es de hormigón, en la zapata se deben colocar las esperas necesarias para anclar la armadura longitudinal vertical del muro.

La zapata del muro posee un sistema de coordenadas principales idéntico al del muro: un eje X horizontal, en la unión entre muro y zapata y contenido en el plano del muro, un eje Y vertical y contenido en el plano del muro y un eje Z horizontal, perpendicular al plano del muro (cumpliéndose que el producto vectorial de X por Y es Z).

Se calcula en todos los puntos de la base del muro los esfuerzos transmitidos por la estructura por unidad de longitud del muro, y en ese sistema de coordenadas. Estos esfuerzos, más el propio peso de la zapata, ambos sin mayorar se utilizan para dimensionar el ancho y canto de la zapata. Los mismos esfuerzos, mayorados, se utilizan para calcular el armado de la zapata.

También se calcula la resultante de todos los esfuerzos transmitidos por la estructura a la cimentación (más el peso propio de toda la zapata) para una comprobación de vuelco del muro alrededor de su eje Z principal.

Es aconsejable introducir valores para las dimensiones '*Vuelo X+*' y '*Vuelo X-*' para aumentar el área de las zapatas en las esquinas.

- **Cálculo de la tensión admisible sobre el terreno**

Para el cálculo de la tensión admisible sobre el terreno, se tienen en cuenta las tensiones (en los ejes principales de la zapata) F_y (axil vertical, incluyendo en peso propio de la zapata), F_z (rasante horizontal perpendicular al muro) y M_x (momento flector alrededor del eje horizontal del muro).

Sea ' b ' el ancho de la zapata (la dimensión perpendicular al muro). Estos esfuerzos producen una excentricidad ez respecto al eje central de la zapata, que nunca puede ser mayor de $b/2$.

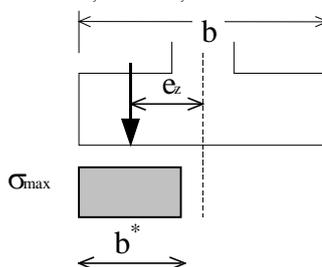
La tensión bajo el cimiento se considera uniforme y restringida a una parte de zapata (zapata equivalente) de forma que su baricentro coincida con la resultante de acciones.

Es decir, un ancho

$$b^* = b - 2 \cdot e_z$$

siendo entonces, la tensión sobre el terreno

$$\sigma = F_y / b^* = F_y / (b - 2 \cdot e_z)$$



que no podrá superar la tensión admisible del terreno.

La tensión máxima admisible podrá definirse por el usuario o bien podrá ser calculada por el programa en base a la carga de hundimiento (calculada según el anejo F del CTE DB SE-C) dividida por el coeficiente de seguridad al hundimiento establecido en las opciones.

- **Comprobación a deslizamiento**

Puede, si se desea, activar la comprobación a deslizamiento de las zapatas es su dirección Z (perpendicular al muro).

Esta comprobación considera de forma opcional el empuje pasivo. La comprobación se realiza siguiendo los criterios de la norma seleccionada (CTE DB SE-C, Artículo "6.3.3.2 Estabilidad" ó NBE-AE-88, Artículo "8.7. Seguridad al deslizamiento"). El valor '*Profundidad de la parte superior de la zapata*' sumado al cato de la zapata permite determinar la profundidad de la base de la zapata, teniendo en cuenta que se despreciará el empuje pasivo de la capa superior del terreno hasta una profundidad de 1 metro en el caso de NBE AE-88, y hasta 1/10 de dicha profundidad, pero no más de 0,5 metros, en el caso del CTE DB SE-C.

- **Comprobación a vuelco**

Puede, si se desea, activar la comprobación a vuelco de las zapatas; tanto alrededor de su eje X como alrededor de su eje Z . En cada dirección, además, se comprueba el vuelco en ambos sentidos.

La comprobación a vuelco verifica que el '*Momento de Vuelco M_v* ' es menor que el '*Momento Estabilizador de Vuelco M_e* '; según la ecuación:

$$\frac{M_e}{M_v} \geq 1$$

Para cada combinación de acciones, producen momentos de vuelco la componente horizontal de las fuerzas y los momentos actuante; mientras que producen momentos estabilizadores la componente vertical de las fuerzas (incluyendo el peso propio de la zapata). Para las fuerzas horizontales, se considera que actúan a una altura de 2/3 del canto de la zapata respecto a la base de la misma.

A los momentos de vuelco se les aplica el coeficiente de seguridad de acciones desestabilizadoras de vuelco (de valor 1,8 en general), mientras que a los momentos estabilizadores se les aplica el coeficiente de seguridad de acciones estabilizadoras de vuelco (de valor 0,9 en general).

- **Cálculo estructural del cimiento**

El programa realiza las siguientes comprobaciones en cada una de las zapatas: resistencia a flexión, a cortante y comprobación de la adherencia. Todas las comprobaciones se realizan en la dirección Z de la zapata (ortogonal al plano del muro), ya que la rigidez en su plano que posee el muro resistente impide la flexión de la zapata en la otra dirección. En todo caso, se coloca una armadura paralela al muro de cuantía igual a 1/5 de la cuantía en la dirección ortogonal pero no inferior a la cuantía mínima indicada por la norma. Como excepción, si la zapata posee vuelco en la dirección X del muro, también se realizan las mismas comprobaciones en dicha dirección.

Se considera un diagrama trapezoidal de tensiones, de acuerdo con las tensiones máximas sobre el terreno calculadas en ambos extremos de la zapata y mayoradas.

El canto de la zapata se predimensiona inicialmente en función del tipo de zapata fijado en las opciones (salvo que se haya fijado un canto constante, en cuyo caso ése será el canto de la zapata) y del máximo vuelo de la zapata de acuerdo con el siguiente criterio:

- **Zapata flexible:** $< \lambda$ ·vuelo, pero no menor de 30 cm.
- **Zapata rígida:** $> \lambda$ ·vuelo, pero no menor de 30 cm.
- **Zapata tipo M (Hormigón en masa):** El canto necesario para no superar la resistencia a flexotracción del hormigón.

También se limita el canto mínimo de la zapata en función del anclaje en prolongación recta que necesita la armadura longitudinal vertical del muro, si éste es de hormigón.

Si la zapata es imposible de armar según el tipo especificado, el programa pasa automáticamente al siguiente tipo (en el orden indicado) para así aumentar el canto.

Aunque en las opciones de armado se fije otro diámetro mínimo mayor, el diámetro mínimo de la armadura de la zapata será de $\varnothing 12mm$.

• Zapatas de hormigón armado

Salvo en el caso de las zapatas de hormigón en masa, las comprobaciones realizadas son:

Comprobación a flexión

Se define una sección de cálculo, S1, paralela al muro y situada a $0,15 \cdot t$ hacia el interior del muro (si es de hormigón) ó $0,25 t$ (si es de otro material), siendo t el espesor del muro. El canto de la sección será el de la zapata. En dicha sección se calcula la armadura a flexión, de forma que no sea necesaria armadura de compresión. La cuantía geométrica mínima de esta armadura será (Instrucción EHE-08)

- B 400 S y B 400 SD 1,0 ‰
- B 500 S y B 500 SD 0,9 ‰

y estará constituida por barras separadas no más de 30 cm.

Comprobación a cortante

Se define una sección de cálculo, S2, paralela al muro y situada a un canto útil del borde del muro. En dicha sección se comprueba la tensión tangencial del hormigón producida por el cortante, de forma que no sea necesaria armadura de cortante.

• Zapatas de hormigón en masa

En las zapatas de hormigón en masa, las comprobaciones son:

Comprobación a flexión

Se define una sección de cálculo, S1, paralela al muro y situada a $0,15 \cdot t$ hacia el interior del muro, siendo t el espesor del muro. El canto de la sección será el de la zapata. En dicha sección se comprueba que, bajo un estado de tensiones del hormigón plana y lineal, la máxima tensión de tracción del hormigón no supera la resistencia a flexotracción, $f_{ct,d}$. Se coloca en todo caso una armadura mínima para evitar fisuraciones de cuantía igual a la cuantía mínima considerando que la zapata tiene un canto no mayor a λ ·vuelo.

Comprobación a cortante

Se define una sección de cálculo, S2, paralela al muro y situada a un canto del borde del muro. En dicha sección se comprueba que la tensión tangencial del hormigón producida por el cortante no supera el valor de $f_{ct,d}$.

RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

El CTE DB SI es el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación. Sustituye a la norma NBE CPI. A efectos del programa *Tricalc*, sólo tiene interés la sección 6 (Resistencia al fuego de la estructura) y los anejos correspondientes a los diferentes materiales estructurales.

Vea el Informe de COMPROBACIÓN A FUEGO de la estructura para obtener los parámetros de cálculo de la resistencia al fuego utilizados.

• Generalidades

Un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes:

- Se modifica de forma importante la capacidad mecánica de los elementos estructurales.
- Aparecen acciones indirectas que dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

En el programa, de acuerdo con este DB, se utilizan únicamente métodos simplificados que sólo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo / temperatura.

Con los métodos simplificados indicados en esta memoria no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio. Es decir, con el método simplificado propuesto en este DB, el incendio no supone una modificación de los esfuerzos de diseño sino una reducción de la capacidad resistente, siendo suficiente comprobar que dicha pérdida permite al elemento resistir el tiempo necesario sin que se colapse.

• Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

De acuerdo con el artículo 5 de esta sección 6 del CTE DB SI (y el artículo 3.1 del Anejo 6 de la EHE-08), se puede estimar el efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio a partir del efecto de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d$$

Siendo

E_d es el efecto de las acciones a temperatura normal de acuerdo con las situaciones persistentes o transitorias (apartado 4.2.2 del CTE DB SE);

$E_{fi,d}$ es el efecto de las acciones en situación de incendio;

η_{fi} factor de reducción o nivel de carga en situación de incendio.

En *Tricalc*, η_{fi} se define en las opciones de comprobación a fuego (ver el Informe de COMPROBACIÓN A FUEGO). Como simplificación, en los Eurocódigos (de los que este DB SI no deja de ser una adaptación) se indica que puede usarse el valor $\eta_{fi} = 0,65$, excepto para áreas de almacenamiento, donde se recomienda un valor de 0,7. En el caso de la EHE-08, se indican como valores simplificados $\eta_{fi} = 0,6$ en casos normales y $\eta_{fi} = 0,7$ para áreas de almacenamiento.

• Determinación de la resistencia al fuego

Los valores de los coeficientes de minoración del material en situación de incendio deben tomarse como

$$\gamma_{M,fi} = 1$$

En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado μ_{fi} , definido como:

$$\mu_{fi} = E_{fi,d} / R_{fi,d,0}$$

Siendo

$R_{fi,d,0}$ resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial $t=0$, a temperatura normal.

En *Tricalc*, el valor de μ_{fi} se calcula como

- En el caso de hormigón armado, será un valor definido en las opciones de comprobación a fuego (ver el Informe de COMPROBACIÓN A FUEGO).
- En el caso del acero, se utiliza la expresión general de μ_{fi} , siendo entonces igual al coeficiente de aprovechamiento obtenido según CTE DB SE-A para los esfuerzos $E_{fi,d}$.

• Resistencia al fuego de los elementos de hormigón armado

El Anejo C de este DB es muy similar al Anejo 6 de la EHE-08, por lo que este apartado es de aplicación a ambos anejos.

El método simplificado establecido en este DB consiste en comprobar que las dimensiones de las piezas y los recubrimientos de la armadura proporcionan la resistencia al fuego requerida. En todo caso también deberán respetarse las dimensiones mínimas y recubrimientos mínimos establecidos en la EHE-08, que pueden ser más exigentes. Debe tenerse en cuenta, además, que los aislamientos frente al fuego se comportan como un determinado recubrimiento adicional de hormigón equivalente a la hora de calcular la resistencia al fuego del elemento, pero no siempre se consideran a la hora de comprobar la durabilidad del elemento frente a la corrosión.

Se define como distancia equivalente al eje de las armaduras, a_m , a efectos de resistencia al fuego, al valor:

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} \cdot f_{yki} \cdot (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} \cdot f_{yki}}$$

Siendo

A_{si}	área de la armadura i (pasiva o activa);
a_{si}	distancia del eje de la armadura i al paramento expuesto al fuego más próximo, teniendo en cuenta los revestimientos contra fuego (en la forma indicada más adelante);
f_{yki}	resistencia característica del acero de la armadura i;
Δa_{si}	corrección debida a las diferentes temperaturas críticas del acero y a las condiciones particulares de exposición al fuego Se establece en la tabla C.1. del CTE DB SI, idéntica a la Tabla A.6.5.1 de la EHE-08 (no reproducida en esta memoria).

El valor de a_m se calcula para las armaduras longitudinales siguientes:

- En soportes, para el conjunto de la armadura longitudinal;
- En vigas y forjados, para la armadura longitudinal inferior;
- En muros, para la armadura vertical situada en la cara expuesta.

Los valores de las tablas son válidos para hormigón con árido silíceo, aunque en el articulado se incluyen factores correctores para otros tipos de árido.

• Hormigón de alta resistencia

El CTE DB SI no indica nada al respecto, pero *Tricalc* aplica las especificaciones de la EHE-08, como se indica a continuación.

De acuerdo con la EHE-08, para verificar la resistencia al fuego de hormigones de $f_{ck} > 50$ MPa se pueden utilizar las tablas descritas a continuación, sumando a las dimensiones mínimas de la sección definidas en dichas tablas (b_{min}) el valor dado en la siguiente tabla (siendo a_{min} la distancia mínima al eje de la armadura definido en las mismas tablas):

Incremento de b_{min}	$50 \text{ MPa} < f_{ck} \leq 60 \text{ MPa}$	$60 \text{ MPa} < f_{ck} \leq 80 \text{ MPa}$
Elementos expuestos por una cara	$+0,1 \cdot a_{min}$	$+0,3 \cdot a_{min}$
Elementos expuestos por más de una cara	$+0,2 \cdot a_{min}$	$+0,6 \cdot a_{min}$

Para $f_{ck} > 80$ MPa, debe hacerse un estudio especial, y por tanto, *Tricalc* considera que no tienen resistencia al fuego suficiente.

• Soportes

La resistencia al fuego en pilares rectangulares y circulares con 3 ó 4 lados expuestos al fuego será suficiente si se respeta la dimensión mínima, b_{min} y la distancia equivalente mínima al eje de las armaduras, a_{min} , indicados en la tabla C.2 del CTE DB SI.

• Muros resistentes

En la tabla C.2 del CTE DB SI también puede obtenerse la resistencia al fuego de los muros macizos portantes expuestos por una o por ambas caras, para un espesor mínimo (b_{min}) y la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas (a_{min}).

• Vigas

Para vigas de sección de ancho variable se considera como anchura mínima b la que existe a la altura del centro de gravedad mecánico de la armadura traccionada en la zona expuesta.

Mediante la tabla C.3 del CTE DB SI puede obtenerse la resistencia al fuego de las secciones de vigas sustentadas en los extremos, referida a b_{min} y a a_{min} de la armadura inferior traccionada.

En el caso de vigas expuestas en sus cuatro caras deberá verificarse, además, que el área de la sección transversal de la viga no sea inferior a $2 \cdot b_{min}^2$.

- **Losas macizas**

Con la tabla C.4 del CTE DB SI puede obtenerse la resistencia al fuego de las secciones de losas macizas, referida a a_{\min} de la armadura inferior traccionada.

Sólo se debe respetar el espesor mínimo, h_{\min} , de la tabla (incluyendo el solado o cualquier otro elemento que mantenga su función aislante durante todo el periodo de resistencia al fuego) si la losa debe cumplir una función de compartimentación de incendios (criterios R, E e I); pero no cuando se requiera únicamente una función resistente (criterio R).

Las **vigas planas** con macizados laterales mayores que 10 cm (lo cual es perceptivo según EHE-08 en forjados unidireccionales prefabricados) se pueden asimilar a losas unidireccionales.

- **Condiciones adicionales para el dimensionamiento de las armaduras**

Para una resistencia al fuego R-90 o mayor, se exigen unas condiciones al armado que son tenidas en cuenta por *Tricalc* de forma opcional. Concretamente:

- Vigas con las tres caras expuestas al fuego (vigas con cuelgue bajo el forjado)

Para R 90 o mayor, la armadura de negativos de vigas continuas se prolongará hasta el 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior al 25% de la requerida en los extremos. El programa *Tricalc* respetará esta prescripción si se selecciona la opción correspondiente.

- Losas macizas y forjados reticulares

Las **vigas planas** con macizados laterales mayores que 10 cm se pueden asimilar a losas unidireccionales. (Tanto EFHE como EHE-08 exigen siempre este macizado de 10 cm para forjados unidireccionales con elementos prefabricados).

Para losas macizas y reticulares sobre apoyos lineales, si se exige R 90 o mayor, la armadura de negativos deberá prolongarse un 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior a un 25% de la requerida en extremos sustentados. El programa *Tricalc* realizará esta comprobación si se selecciona la opción 'Considerar los criterios de armado del CTE DB SI – Anejo C, para una resistencia R 90 o superior' y además no se selecciona la opción 'Armar como losa sin vigas'.

Para losas macizas y reticulares sobre apoyos puntuales, si se exige R 90 o mayor, el 20% de la armadura superior sobre soportes deberá prolongarse a lo largo de todo el tramo. El programa *Tricalc* realizará esta comprobación si se selecciona la opción 'Considerar los criterios de armado del CTE DB SI – Anejo C, para una resistencia R 90 o superior' y además se selecciona la opción 'Armar como losa sin vigas'.

- Forjados unidireccionales

Para una resistencia al fuego R 90 o mayor, la armadura de negativos de forjados continuos se debe prolongar hasta el 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior al 25% de la requerida en los extremos. Esto es respetado por *Tricalc* si se selecciona la opción "Considerar los criterios de armado del CTE DB SI – Anejo C, para una resistencia R 90 o superior".

DATOS DE CÁLCULO

NORMATIVA Y TIPO DE CÁLCULO

Normativa

Acciones:	CTE DB SE-AE
Viento:	CTE DB SE-AE
Hormigón:	EHE-08
Otras:	CTE DB SE-C, CTE DB SI

Método del cálculo de esfuerzos

Método de altas prestaciones

Opciones de cálculo

Indeformabilidad de todos forjados horizontales en su plano
Se realiza un cálculo elástico de 1er. orden

CARGAS

Hipótesis de carga

NH	Nombre	Tipo	Descripción
0	G	Permanentes	Permanentes
1	Q1	Sobrecargas	Sobrecargas
2	Q2	Sobrecargas	Sobrecargas
7	Q3	Sobrecargas	Sobrecargas
8	Q4	Sobrecargas	Sobrecargas
9	Q5	Sobrecargas	Sobrecargas
10	Q6	Sobrecargas	Sobrecargas
3	W1	Viento	Viento
4	W2	Viento	Viento
25	W3	Viento	Viento
26	W4	Viento	Viento
22	S	Nieve	Nieve
21	T	Sin definir	Temperatura
23	A	Sin definir	Accidentales

Coefficientes de mayoración

Tipo	Hipótesis	Hormigón	Aluminio/Otros/CTE
Cargas permanentes	0	1,35	1,35
Cargas variables	1	1,50	1,50
	2	1,50	1,50
	7	1,50	1,50
	8	1,50	1,50
	9	1,50	1,50
	10	1,50	1,50
Cargas de viento no simultáneas	3	1,50	1,50
	4	1,50	1,50
	25	1,50	1,50
	26	1,50	1,50
Cargas móviles no habilitadas			
Cargas de temperatura	21	1,50	1,50
Cargas de nieve	22	1,50	1,50
Carga accidental	23	1,00	1,00

Opciones de cargas

- Viento activo Sentido+- deshabilitado
- Sismo no activo
- Se considera el Peso propio de las barras

Hormigón/ Aluminio/ Eurocódigo / Código Técnico de la Edificación

Tipo de carga	Ed	Al	Ec
Gravitatorias	0,70	0,50	0,30
Móviles	0,70	0,50	0,30

Tipo de carga	1	2	3
Viento	0,60	0,50	0,00
Nieve	0,50	0,20	0,00
Temperatura	0,60	0,50	0,00

Opciones de cargas de viento

Dirección 1:

Vector dirección: 1,00; 0,00; 0,00

Hipótesis: 3

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 0,69

Dirección 2:

Vector dirección: 0,00; 0,00; 1,00

Hipótesis: 4

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 0,69

Dirección 3:

Vector dirección: -1,00; 0,00; 0,00

Hipótesis: 25

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 1,22

Dirección 4:

Vector dirección: 0,00; 0,00; -1,00

Hipótesis: 26

Presión global del viento $q_b \cdot c_e$ (kN/m²): 1,22

Modo de reparto continuo en barras

Superficie actuante: Estructura

CARGAS EN FORJADOS Y MUROS

Cargas en forjados reticulares, losas, escaleras y rampas

Plano 500

Tipo de carga	Forjado	N	Carga		Dirección			Hipótesis	
Peso propio	LF1		4,50	kN/m ²	0,00	-1,00	0,00	0	G
	LF2		8,75	kN/m ²	0,00	-1,00	0,00	0	G
Superficial global	LF1		3,60	kN/m ²	0,00	-1,00	0,00	0	G
			2,00	kN/m ²				1	Q1
			0,60	kN/m ²				22	S
	LF2		2,00	kN/m ²	0,00	-1,00	0,00	0	G
			2,00	kN/m ²				1	Q1

Plano 950

Tipo de carga	Forjado	N	Carga		Dirección			Hipótesis	
Peso propio	LF3		4,50	kN/m ²	0,00	-1,00	0,00	0	G
Superficial global	LF3		3,60	kN/m ²	0,00	-1,00	0,00	0	G
			2,00	kN/m ²				1	Q1
			0,60	kN/m ²				22	S

Cargas en muros resistentes

Plano XY-08583

Tipo de carga	Muro resistente	N	Carga		Dirección			Hipótesis	
Peso propio	MURO1		24,52	kN/m ³	0.00	-1.00	0.00	0	G

Plano XY-09275

Tipo de carga	Muro resistente	N	Carga		Dirección			Hipótesis	
Peso propio	MURO2		24,52	kN/m ³	0.00	-1.00	0.00	0	G

MATERIALES

Materiales de estructura

Hormigón: HA25 25 MPa
Acero corrugado: B500S 500 MPa Dureza Natural
Nivel de control
Acero: Normal 1,15
Hormigón: 1,50

Materiales de cimentación

Hormigón: HA25 25 MPa
Acero corrugado: B500S 500 MPa Dureza Natural
Nivel de control
Acero: Normal 1,15
Hormigón: 1,50

Materiales de forjados reticulares, losas de forjado, escaleras y rampas

Hormigón: HA25 25 MPa
Acero corrugado: B500S 500 MPa Dureza Natural
Nivel de control
Acero: Normal 1,15
Hormigón: 1,50

Materiales de muros resistentes

Plano	Muro resistente	Material	E(MPa)	□	Espesor (cm)	fd(MPa)	fdt(MPa)
XY-08583	MURO1	Hormigón	27,26404	0,2000	40	---	---
XY-09275	MURO2	Hormigón	27,26404	0,2000	40	---	---

Materiales de muros resistentes de hormigón

Hormigón: HA25 25 MPa
Acero corrugado: B500S 500 MPa Dureza Natural
Nivel de control
Acero: Normal 1,15
Hormigón: 1,50

Materiales de zapatas de muros resistentes

Hormigón: HA25 25 MPa
Acero corrugado: B500S 500 MPa Dureza Natural
Nivel de control
Acero: Normal 1,15
Hormigón: 1,50

ARMADO Y COMPROBACIÓN

Opciones de armado de barras de la estructura

Recubrimientos(mm):

Vigas: 36

Pilares: 36

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional

Zp: Pandeo se comprueba como traslacional

Se comprueba torsión en vigas

Se comprueba torsión en pilares

Redistribución de momentos en vigas del 15%

Fisura máxima: 0,40 mm

Momento positivo mínimo $qL^2 / 16$

Se considera flexión lateral

Tamaño máximo del árido: 20 mm

Intervalo de cálculo: 30 cm

Comprobación de flecha activa:

Vanos:

Flecha relativa $L / 350$

Flecha combinada $L / 1000 + 5$ mm

Voladizos:

Flecha relativa $L / 500$

Flecha combinada $L / 1000 + 5$ mm

Comprobación de flecha total:

Vanos:

Flecha relativa $L / 250$

Flecha combinada $L / 500 + 10$ mm

Voladizos:

Flecha relativa $L / 250$

Flecha combinada $L / 500 + 10$ mm

70% Peso estructura (de las cargas Permanentes)

20% Tabiquería (de las cargas Permanentes)

0% Tabiquería (de las Sobrecargas)

50% Sobrecarga a larga duración

3 meses Estructura / tabiquería

60 meses Flecha diferida

28 días Desencofrado

No se considera deformación por cortante

Armadura de montaje en vigas:

Superior: \varnothing 25mm Resistente

Inferior: \varnothing 12mm Resistente

Piel: \varnothing 12mm

Armadura de refuerzos en vigas:

\varnothing Mínimo: 12mm

\varnothing Máximo: 25mm

Número máximo: 8

Permitir 2 capas

Armadura de pilares:

\varnothing Mínimo: 12mm

\varnothing Máximo: 25mm

4 caras iguales

Igual \varnothing

Máximo número de redondos por cara en pilares rectangulares: 8

Máximo número de redondos en pilares circulares: 10
 Armadura de estribos en vigas:
 ø Mínimo: 6mm
 ø Máximo: 12mm
 Separación mínima 5 cm; máxima 60 cm; módulo 5 cm
 % de carga aplicada en la cara inferior (carga colgada):
 0% en vigas con forjado(s) enrasado(s) superiormente
 100% en vigas con forjado(s) enrasado(s) inferiormente
 50% en el resto de casos
 Armadura de estribos en pilares:
 ø Mínimo: 8mm
 ø Máximo: 12mm
 Separación mínima 5 cm; máxima 60 cm; módulo 5 cm
 Se considera los criterios constructivos de NCSE-02
 Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas
 Se comprueba la Biela de Nudo en pilares de última planta

Opciones de cálculo de cimentación: zapatas y vigas

Zapatas

Resistencia del terreno: 0,20 MPa
 Recubrimientos(mm) 50
 Se considera los criterios constructivos de NCSE-02
 Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas

Vigas

Recubrimientos(mm) 50
 Se considera los criterios constructivos de NCSE-02
 Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas

Opciones de cálculo de losas de forjados

Redistribución de momentos del 15%
 Se considera la utilización de armadura a punzonamiento
 Recubrimientos(mm): 36
 Se realiza la comprobación a torsión de zunchos
 Módulo de Young (GPa): 27,26404
 Coeficiente de Poisson: 0,1500
 Coeficiente de dilatación térmica: 0,0000100
 Rigidez a Torsión: 60 %
 No se consideran los coeficientes de amplificación
 Se considera los criterios constructivos de NCSE-02
 Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas

Opciones de cálculo de muros resistentes / zapatas de muros

Recubrimientos(mm):
 Muro resistente: 36
 Zapata: 50
 Coeficiente (factor) de resistencia al hundimiento del terreno: 3,00
 Tipo de terreno bajo la zapata:
 Densidad Seca: 14,50 kN/m³
 Densidad Húmeda: 18,50 kN/m³
 Densidad Sumergida: 9,00 kN/m³
 Angulo de rozamiento interno: 33,00°
 No se considera nivel freático.

Prof. de la cara sup. de la zapata: 50 cm
No se consideran los coeficientes de amplificación
Se considera los criterios constructivos de NCSE-02
Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas

COMPROBACIÓN A FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Normativas utilizadas para el cálculo:

Hormigón:	CTE DB-SI 6 / EHE 08
Fábrica:	EN 1996-1-2:2005
Forjados de chapa:	EN 1994-1-2:2005
Aluminio:	EN 1999-1-2:2007
Resto:	CTE DB-SI 6

Símbolos utilizados:

a_{min}	Distancia media al eje mínima
b	Ancho de viga
b_{min}	Dimensión mínima de la pieza
$b_{w,min}$	Ancho de nervio mínimo
c_a	Calor específico del aislante
e	Excentricidad
e_a	Espesor de aislante
e_f	Espesor del ala
e_{max}	Espesor máximo de aislante
e_{min}	Espesor mínimo de aislante
e_{eq}	Espesor equivalente
e_w	Espesor del alma
h_{eff}	Espesor eficaz de la losa superior
h_{min}	Canto mínimo de la pieza
$h_{s,min}$	Canto de losa mínimo
k_2	Coefficiente reductor de la velocidad de carbonización
n	Nivel de carga
t_a	Tiempo asignado
t_{ch}	Tiempo de inicio de la carbonización
t_f	Tiempo de fallo de la protección
$t_{r,I}$	Tiempo de resistencia a criterio de resistencia I sin aislamiento
A_{min}	Área mínima de la sección de la pieza
D	Disponible
F_a	Factor de aprovechamiento
N	Necesario
S_a	Superficie de aislante
T_{ch}	Temperatura de la chapa
$T_{c,n}$	Temperatura de la parte inferior del hormigón
$T_{s,D}$	Temperatura de la armadura de positivos
\square	Esbeltez
\square_a	Conductividad del aislante
\square_a	Densidad del aislante
\square	Cuantía mecánica

1. SIN RECINTO ASIGNADO

1.1. VIGAS

Cálculo a fuego activo: Sí
 Tiempo de resistencia al fuego exigido (minutos): 120

1.1.1. Vigas de hormigón

Colocación de aislante en caso de ser necesario: Sí
 Caras expuestas: 4
 Prolongación de armaduras de negativos: Sí

Datos del aislante					
Descripción	λ_a [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Paso (mm)	Modo de aplicación
Mortero de áridos ligeros (vermiculita o perlita)	0,4100	0	30	5	Proyectado

COTA 950

Nº barra	Sección	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		A_{min} (cm ²)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumpl e
		N	D	N	D	N	D				
65	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
63	HOR-30x35	200	300	50	58	800,00	1050,00	0	0,00	86,21	Sí
62	HOR-30x35	200	300	50	58	800,00	1050,00	0	0,00	86,21	Sí
61	HOR-30x35	200	300	50	58	800,00	1050,00	0	0,00	86,21	Sí
60	HOR-18x173	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
59	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
58	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
57	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
56	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
55	HOR-18x173	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
54	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
53	HOR-72x18	0	700	35	51	0,00	1260,00	0	0,00	68,63	Sí
52	HOR-72x18	0	700	35	51	0,00	1260,00	0	0,00	68,63	Sí
51	HOR-18x173	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
50	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
49	HOR-72x18	0	700	35	51	0,00	1260,00	0	0,00	68,63	Sí

Nº barra	Secció n	b _{min} (mm)		a _{min} (mm)		A _{min} (cm ²)		e _a (mm)	S _a (m ²)	F _a (%)	Cumpl e
		N	D	N	D	N	D				
64	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí

COTA 500

Nº barra	Secció n	b _{min} (mm)		a _{min} (mm)		A _{min} (cm ²)		e _a (mm)	S _a (m ²)	F _a (%)	Cumpl e
		N	D	N	D	N	D				
40	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
41	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
42	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
43	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
39	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
45	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
46	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
47	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
48	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
38	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
37	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
36	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
35	HOR-70x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
34	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
33	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
32	HOR-72x18	250	700	45	51	1250,00	1260,00	0	0,00	88,24	Sí
31	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
30	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
29	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
28	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
27	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
26	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
25	HOR-	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí

Nº barra	Sección	b _{min} (mm)		a _{min} (mm)		A _{min} (cm ²)		e _a (mm)	S _a (m ²)	F _a (%)	Cumpl e
		N	D	N	D	N	D				
	18x114					0	00			0	
24	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí
44	HOR-72x35	300	700	40	51	1800,00	2450,00	0	0,00	78,43	Sí
23	HOR-18x114	200	200	50	59	800,00	2000,00	0	0,00	100,00	Sí

1.2. PANTALLAS

Cálculo a fuego activo: Sí
 Tiempo de resistencia al fuego exigido (minutos): 120

1.2.1. Pilares de hormigón

Colocación de aislante en caso de ser necesario: Sí
 Caras expuestas: 4

Datos del aislante					
Descripción	λ [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Paso (mm)	Modo de aplicación
Mortero de áridos ligeros (vermiculita o perlita)	0,4100	0	30	5	Proyectado

COTA 500

Nº barra	Sección	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumple
		N	D	N	D				
22	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
20	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
19	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
18	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
17	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
16	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
15	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
21	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí

COTA 0

Nº barra	Sección	b_{min} (mm)		a_{min} (mm)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumple
		N	D	N	D				
9	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
10	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
8	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
12	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
13	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
14	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
7	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
6	HOR-72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
5	HOR-	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí

N° barra	Sección	b _{min} (mm)		a _{min} (mm)		e _a (mm)	S _a (m ²)	F _a (%)	Cumple
		N	D	N	D				
	72x18								
4	HOR- 72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
3	HOR- 72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
2	HOR- 72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
11	HOR- 72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí
1	HOR- 72x18	250	700	40	46	0	0,00	88,24	Sí

1.3. LOSAS DE FORJADO

Cálculo a fuego activo:	SÍ
Tiempo de resistencia al fuego exigido (minutos):	120
Resistencia R/REI:	REI
Colocación de aislante en caso de ser necesario:	SÍ
Colocación de solado:	NO
Prolongación de armaduras de negativos:	SÍ

Datos del aislante					
Descripción	λ_a [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Paso (mm)	Modo de aplicación
Enlucido de yeso (densidad > 1000Kg/m3)	0,5700	0	30	5	Proyectado

PLANO 500

Forjado	a_{min} (mm)		$h_{s,min}$ (mm)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumple
	N	D	N	D				
LF1	35	36	120	180	0	0,00	97,22	SÍ
LF2	35	36	120	350	0	0,00	97,22	SÍ

PLANO 950

Forjado	a_{min} (mm)		$h_{s,min}$ (mm)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumple
	N	D	N	D				
LF3	35	36	120	180	0	0,00	97,22	SÍ

1.4. MUROS RESISTENTES

1.4.1. Muros resistentes de hormigón

Cálculo a fuego activo:	SÍ
Tiempo de resistencia al fuego exigido (minutos):	120
Colocación de aislante en caso de ser necesario:	SÍ
Muro expuesto por ambas caras:	SÍ

Datos del aislante					
Descripción	λ_a [W/(m·K)]	e_{min} (mm)	e_{max} (mm)	Paso (mm)	Modo de aplicación
Mortero de cemento o cal (densidad 1900Kg/m3)	1,3000	0	30	5	Proyectado

PLANO XY-08583

Muro	a_{min} (mm)		b_{min} (mm)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumple
	N	D	N	D				
MURO1	35	52	180	400	0	0,00	67,31	SÍ

PLANO XY-09275

Muro	a_{min} (mm)		b_{min} (mm)		e_a (mm)	S_a (m ²)	F_a (%)	Cumple
	N	D	N	D				
MURO2	35	52	180	400	0	0,00	67,31	SÍ

1.4.2 ANEXO ENERGÉTICO

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Centro de interpretación y albergue para peregrinos junto a Santa María de Eunate		
Dirección	C/ - - - - -		
Municipio	Muruzábal	Código Postal	31152
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

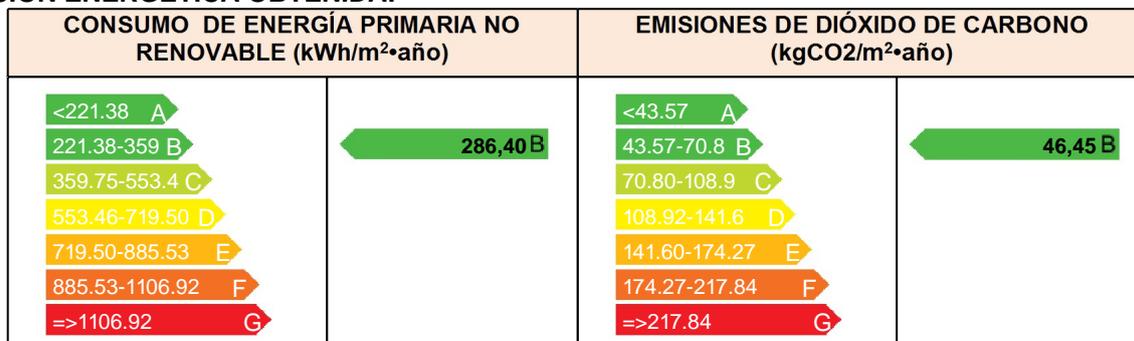
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Cristina Montañés Mallén	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle - - - - -		
Municipio	Zaragoza	Código Postal	50014
Provincia	Zaragoza	Comunidad Autónoma	Aragón
e-mail:	crisnamontanesmallen@hotmail.es	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1528.1109, de fecha 12-jul-2016		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m²)	2863,54
---------------------------------------------	---------

Imagen del edificio	Plano de situación

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Modo de obtención
Muro de contencion	Suelo	321,03	2,91	Usuario
Muro de contencion	Suelo	82,76	2,91	Usuario
Muro de contencion	Suelo	85,00	2,91	Usuario
Muro de contencion	Suelo	275,86	2,91	Usuario
Muro exterior	Fachada	129,33	0,35	Usuario
Muro exterior	Fachada	20,62	0,35	Usuario
Muro exterior	Fachada	112,23	0,35	Usuario
Muro exterior	Fachada	64,68	0,35	Usuario
Muro exterior	Fachada	39,69	0,35	Usuario
Muro exterior	Fachada	20,70	0,35	Usuario
Cubierta	Cubierta	2599,12	0,26	Usuario
Forjado terreno	Suelo	2599,20	0,34	Usuario

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² K)	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Ventana	Hueco	27,70	0,63	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	489,40	0,63	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	269,75	0,63	0,78	Usuario	Usuario
Ventana	Hueco	11,08	0,63	0,78	Usuario	Usuario
Puerta	Hueco	3,88	0,76	0,72	Usuario	Usuario

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Bomba_calor_Cetno	Expansión directa aire-aire bomba de calor	189,00	28,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Bomba_calor_Albergue_1	Expansión directa aire-aire bomba de calor	30,00	28,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Bomba_calor_Albergue_2	Expansión directa aire-aire bomba de calor	4,00	28,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		223,00			

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal (kW)	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Bomba_calor_Cetno	Expansión directa aire-aire bomba de calor	648,00	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Bomba_calor_Albergue_1	Expansión directa aire-aire bomba de calor	104,00	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
Bomba_calor_Albergue_2	Expansión directa aire-aire bomba de calor	14,00	165,00	ElectricidadPeninsular	Usuario
TOTALES		766,00			

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

Nombre del espacio	Potencia instalada (W/m ²)	VEEI (W/m ² 100lux)	Iluminancia media (lux)
P01_E01	4,40	7,00	21,43
P02_E01	4,40	7,00	21,43
P02_E02	4,40	7,00	21,43
TOTALES	13,2		

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

Espacio	Superficie (m ²)	Perfil de uso
P01_E01	1592,00	noresidencial-24h-baja
P02_E01	1139,34	noresidencial-24h-baja
P02_E02	132,20	noresidencial-24h-baja

6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	95,00
TOTALES	0	0	0	95,00

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida (kWh/año)
Panel fotovoltaico	0,00
TOTALES	0

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D1	Uso	CertificacionVerificacionNuevo
----------------	----	-----	--------------------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO₂/m² año)</i>	A	<i>Emisiones ACS (kgCO₂/m² año)</i>	A
	30,95		0,11	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales (kgCO₂/m² año)¹</i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO₂/m² año)</i>	G	<i>Emisiones iluminación (kgCO₂/m² año)</i>	C
	5,67		9,73	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² .año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	4,50	12876,36
<i>Emisiones CO₂ por combustibles fósiles</i>	90,53	259225,42

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m²año)</i>	B	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m²año)</i>	A
	182,70		0,65	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m²año)¹</i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m²año)</i>	G	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m²año)</i>	C
	33,45		69,60	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción (kWh/m²año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m²año)</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m ² ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO ₂ /m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><221.38 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">221.38-359 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">359.75-553.4 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">553.46-719.50 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">719.50-885.53 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">885.53-1106.92 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>1106.92 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><43.57 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">43.57-70.8 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">70.80-108.9 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">108.92-141.6 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">141.60-174.27 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">174.27-217.84 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>217.84 G</div> </div>

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m ² ·año)	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m ² ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><35.07 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">35.07-56.9 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">56.99-87.68 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">87.68-113.98 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">113.98-140.29 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">140.29-175.36 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>175.36 G</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px; text-align: center;"><3.42 A</div> <div style="background-color: #20c997; color: white; padding: 2px; text-align: center;">3.42-5.56 B</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">5.56-8.56 C</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">8.56-11.13 D</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">11.13-13.70 E</div> <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px; text-align: center;">13.70-17.12 F</div> <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 2px; text-align: center;">=>17.12 G</div> </div>

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m ² ·año)										
Consumo Energía final (kWh/m ² ·año)										
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂ /m ² ·año)										
Demanda (kWh/m ² ·año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

ANEXO IV

PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	30/08/17
------------------------------------------------------------	----------

VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CTE-HE0 Y HE1

Nueva construcción o ampliación, en usos distintos al residencial

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE VERIFICA:

Nombre del edificio	Centro de interpretación y albergue para peregrinos junto a Santa María de Eunate		
Dirección	C/-----		
Municipio	Muruzábal	Código Postal	31152
Provincia	Navarra	Comunidad Autónoma	Navarra
Zona climática	D1	Año construcción	Posterior a 2013
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE HE 2013		
Referencia/s catastral/es	ninguno		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO VERIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Cristina Montañés Mallén	NIF/NIE	CIF
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Nombre calle -----		
Municipio	Zaragoza	Código Postal	50014
Provincia	Zaragoza	Comunidad Autónoma	Aragón
e-mail:	cristinamontanesmallen@hotmail.es	Teléfono	-
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1528.1109, de fecha 12-jul-2016		

Porcentaje de ahorro sobre la demanda energética conjunta* de calefacción y de refrigeración para 0,80 ren/h**

Ahorro alcanzado (%)	<input type="text" value="50,99"/>	Ahorro mínimo (%)	<input type="text" value="25,00"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
$D_{cal(0,80),O}$	<input type="text" value="26,11"/> kWh/m ² año	$D_{cal(0,80),R}$	<input type="text" value="87,68"/> kWh/m ² año	
$D_{ref(0,80),O}$	<input type="text" value="28,29"/> kWh/m ² año	$D_{ref(0,80),R}$	<input type="text" value="8,56"/> kWh/m ² año	
$D_{G(0,80),O}$	<input type="text" value="45,91"/> kWh/m ² año	$D_{G(0,80),R}$	<input type="text" value="93,67"/> kWh/m ² año	

Consumo de energía primaria no renovable**

Calificación (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	Calificación mínima (C_{ep})	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="Sí cumple"/>
C_{ep}	<input type="text" value="286,40"/> kWh/m ² año	$C_{ep,B-C}$	<input type="text" value="359,75"/> kWh/m ² año	

Ahorro mínimo Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia según la tabla 2.2 del apartado 2.2.1.1.2 de la sección HE1

$D_{cal(0,80),O}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),O}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{G(0,80),O}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio objeto para 0,80 ren/h
$D_{cal(0,80),R}$	Demanda energética de calefacción del edificio de referencia para 0,80 ren/hora
$D_{ref(0,80),R}$	Demanda energética de refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h

$D_{G(0,80),R}$	Demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración del edificio de referencia para 0,80 ren/h
C_{ep}	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,B-C}$	Valor máximo de consumo de energía primaria no renovable para la clase B

*La demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración se obtiene como suma ponderada de la demanda energética de calefacción (Dcal) y la demanda energética de refrigeración (Dref). La expresión que permite obtener la demanda energética conjunta para edificios situados en territorio peninsular es $DG = Dcal + 0,70 \cdot Dref$ mientras que en territorio extrapeninsular es $DG = Dcal + 0,85 \cdot Dref$.

**Esta aplicación únicamente permite, para el caso expuesto, la comprobación de las exigencias del apartado 2.2.1.1.2 de la sección DB-HE1. Se recuerda que otras exigencias de la sección DB-HE1 que resulten de aplicación deben asimismo verificarse, así como el resto de las secciones del DB-HE

El técnico verificador abajo firmante certifica que ha realizado la verificación del edificio o de la parte que se verifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 03/09/2017

Firma del técnico verificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Registro del Organismo Territorial Competente:

2. PLANOS

A-ARQUITECTURA

- A01 Estado actual (E 1:1000)
- A02 Emplazamiento (E 1:1000)
- A03 Alzados generales (E 1:500)
- A04 Planta baja arquitectura. Centro de interpretación (E 1:200)
- A05 Planta primera arquitectura. Albergue (E 1:200)
- A06 Cubiertas (E 1:200)
- A07 Secciones transversales arquitectura (E 1:200)
- A08 Secciones transversales arquitectura (E 1:200)
- A09 Secciones longitudinales arquitectura (E 1:300)
- A10 Planta baja arquitectura. Tabiquería, carpintería y acabados (E 1:200)
- A11 Planta primera arquitectura. Tabiquería, carpintería y acabados (E 1:200)

E-ESTRUCTURA

- E01 Planos estructura. Replanteo (E 1:200)
- E02 Planos estructura. Cimentación (E 1:200)
- E03 Planos estructura. Forjados (E 1:200)
- E04 Planos estructura. Pórticos estructurales (E 1:25)
- E05 Planos estructura. Pórticos estructurales. Centro de interpretación (E 1:25)
- E06 Planos estructura. Pórticos estructurales. Albergue (E 1:25)

C-CONSTRUCCIÓN

- C01 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C02 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C03 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C04 Sección constructiva transversal (E 1:50)
- C05 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C06 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C07 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C08 Sección constructiva longitudinal (E 1:50)
- C09 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C10 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C11 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C12 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C13 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C14 Planos constructivos. Carpinterías (E 1:20)
- C15 Isometría constructiva (E 1:50)

I-INSTALACIONES

- I01 Planos instalaciones. Prevención de incendios (E 1:200)
- I02 Planos instalaciones. Ventilación (E 1:200)
- I03 Planos instalaciones. Abastecimiento AF y ACS (E 1:200)
- I04 Planos instalaciones. Climatización Suelo radiante (E 1:200)
- I05 Planos instalaciones. Climatización Suelo refrescante (E 1:200)
- I06 Planos instalaciones. Saneamiento Aguas residuales (E 1:200)
- I07 Planos instalaciones. Saneamiento Aguas pluviales (E 1:200)
- I08 Planos instalaciones. Saneamiento Aguas pluviales (E 1:200)
- I09 Planos instalaciones. Electricidad (E 1:200)
- I10 Planos instalaciones. Esquema de funcionamiento (E 1:50)

3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

3.1 PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

3.1.1 DISPOSICIONES GENERALES

Definición y alcance del pliego de prescripciones.

El presente pliego de prescripciones, en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, tiene por objeto la ordenación de las prescripciones que han de regir en la ejecución de las obras de construcción reflejadas en el presente proyecto de ejecución.

Documentos que definen las obras.

El presente pliego de prescripciones, conjuntamente con los planos, la memoria y las mediciones y presupuesto, forma parte del proyecto de ejecución que servirá de base para la ejecución de las obras.

Los planos, la memoria y las mediciones y presupuesto constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre el pliego de prescripciones y el resto de la documentación del proyecto de ejecución, se llevará a cabo lo que disponga al respecto la dirección facultativa.

Lo mencionado en el pliego de prescripciones y omitido en los planos o viceversa habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documentos.

3.1.2 DISPOSICIONES FACULTATIVAS

DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

Delimitación de funciones de los agentes intervinientes

Artículo 3.- Ámbito de aplicación de la L.O.E.

La Ley de Ordenación de la Edificación es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.

b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico,

ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

El promotor

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

El proyectista

Artículo 4.- Son obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.):

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

El constructor

Artículo 5.- Son obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.):

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

f) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.

g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.

h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.

i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.

j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.

k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

l) Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.

m) Facilitar al Aparejador o Arquitecto Técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

o) Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.

p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.

r) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.

s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.

El director de obra

Artículo 6.- Corresponde al Director de Obra:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.

c) Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.

d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

f) Coordinar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del Proyecto.

g) Comprobar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por Laboratorios y/o Entidades de Control de Calidad.

h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.

i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.

j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

k) Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.

l) Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.

m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

El director de ejecución de obra

Artículo 7.- Corresponde al Aparejador o Arquitecto Técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

b) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.

c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.

e) Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.

f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Arquitecto y del Constructor.

g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Arquitecto.

i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

l) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

El coordinador de Seguridad y Salud

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgo Laborales durante la ejecución de la obra.

c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Artículo 8.- Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (art. 14 de la L.O.E.):

a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Verificación de los documentos del proyecto

Artículo 9.- Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Plan de seguridad e higiene

Artículo 10.- El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Aparejador o Arquitecto Técnico de la dirección facultativa.

Proyecto de control de calidad

Artículo 11.- El Constructor tendrá a su disposición el Proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Proyecto por el Arquitecto o Aparejador de la Dirección facultativa.

Oficina en la obra

Artículo 12.- El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.

- La Licencia de Obras.

- El Libro de Ordenes y Asistencia.

- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.

- El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.

- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Representación del contratista. Jefe de obra

Artículo 13.- El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de Obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Presencia del constructor en la obra

Artículo 14.- El Jefe de Obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Aparejador o Arquitecto Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

Trabajos no estipulados expresamente

Artículo 15.- Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Prescripciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Artículo 16.- El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las

copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Arquitecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisa-mente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Artículo 17.- Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el arquitecto

Artículo 18.- El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, Aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Faltas de personal

Artículo 19.- El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Subcontratas

Artículo 20.- El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN

Daños materiales

Artículo 21.- Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

a) Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

b) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

Responsabilidad civil

Artículo 22.- La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

Caminos y accesos

Artículo 23.- El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El Aparejador o Arquitecto Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

Replanteo

Artículo 24.- El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Aparejador o Arquitecto Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

Artículo 25.- El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Prescripciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Arquitecto y al Aparejador o Arquitecto Técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

Orden de los trabajos

Artículo 26.- En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Facilidades para otros contratistas

Artículo 27.- De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Artículo 28.- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Prórroga por causa de fuerza mayor

Artículo 29.- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

Artículo 30.- El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Artículo 31.- Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

Documentación de obras ocultas

Artículo 32.- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Arquitecto; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Trabajos defectuosos

Artículo 33.- El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le

exonere de responsabilidad el control que compete al Aparejador o Arquitecto Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Aparejador o Arquitecto Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

Vicios ocultos

Artículo 34.- Si el Aparejador o Arquitecto Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

Artículo 35.- El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Aparejador o Arquitecto Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Presentación de muestras

Artículo 36.- A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

Materiales no utilizables

Artículo 37.- El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Aparejador o Arquitecto Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos

Artículo 38.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del Aparejador o Arquitecto Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Artículo 39.- Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Limpieza de las obras

Artículo 40.- Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

Obras sin prescripciones

Artículo 41.- En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

Acta de recepción

Artículo 42.- La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.

d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (arquitecto) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

De las recepciones provisionales

Artículo 43.- Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Arquitecto y del Aparejador o Arquitecto Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Documentación final

Artículo 44.- El Arquitecto, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio.

A su vez dicha documentación se divide en:

a.- DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el COAG.

b.- DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, mas sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

c.- CERTIFICADO FINAL DE OBRA.

Este se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo, del Ministerio de Vivienda, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Artículo 45.- Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Aparejador o Arquitecto Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto

con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el Art. 6 de la L.O.E.)

Plazo de garantía

Artículo 46.- El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Prescripciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses (un año con Contratos de las Administraciones Públicas).

Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Artículo 47.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

De la recepción definitiva

Artículo 48.- La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

Prórroga del plazo de garantía

Artículo 49.- Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Arquitecto-Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

Artículo 50.- En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Prescripciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

3.1.3 DISPOSICIONES ECONÓMICAS

PRINCIPIO GENERAL

Artículo 51.- Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

FIANZAS

Artículo 52.- El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por im-porte entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de con-trata.

b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Prescripciones Particulares.

Fianza en subasta pública

Artículo 53.- En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Prescripciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Artículo 54.- Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los tra-bajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. el Arquitecto Director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Devolución de fianzas

Artículo 55.- La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Artículo 56.- Si la propiedad, con la conformidad del Arquitecto Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

DE LOS PRECIOS

Composición de precios unitarios

Artículo 57.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que que-den integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán *costes indirectos*:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán *gastos generales*:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la Administración.

Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

Precios de contrata. Importe de contrata

Artículo 58.- En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100, salvo que en las Prescripciones Particulares se establezca otro distinto.

Precios contradictorios

Artículo 59.- Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Arquitecto y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Prescripciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Reclamación de aumento de precios

Artículo 60.- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

Artículo 61.- En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego de Condiciones Particulares Técnicas.

De la revisión de los precios contratados

Artículo 62.- Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Prescripciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Acopio de materiales

Artículo 63.- El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Administración

Artículo 64.- Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa
- b) Obras por administración delegada o indirecta

Obras por administración directa

Artículo 65.- Se denominan 'Obras por Administración directa' aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Arquitecto-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y Contratista.

Obras por administración delegada o indirecta

Artículo 66.- Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Arquitecto-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en

los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

Liquidación de obras por administración

Artículo 67.- Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Prescripciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañar-se y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Aparejador o Arquitecto Técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jomales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando. a dichas nóminas una relación numérica de los en-cargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Abono al constructor de las cuentas de administración delegada

Artículo 68.- Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Aparejador o Arquitecto Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Normas para la adquisición de los materiales y aparatos

Artículo 69.- No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Arquitecto-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Del constructor en el bajo rendimiento de los obreros

Artículo 70.- Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Arquitecto-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Arquitecto-Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Responsabilidades del constructor

Artículo 71.- En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Formas de abono de las obras

Artículo 72.- Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con

arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Órdenes del Arquitecto-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Prescripciones económicas" determina.

5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Relaciones valoradas y certificaciones

Artículo 73.- En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Prescripciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Prescripciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Arquitecto-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Arquitecto-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Arquitecto-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Mejoras de obras libremente ejecutadas

Artículo 74.- Cuando el Contratista, incluso con autorización del Arquitecto-Director, emplee materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o

sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Arquitecto-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Artículo 75.- Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Prescripciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Arquitecto-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados

Artículo 76.- Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

Pagos

Artículo 77.- Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Arquitecto-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Artículo 78.- Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Arquitecto-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el

Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

INDEMNIZACIONES MUTUAS

Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Artículo 79.- La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

Demora de los pagos por parte del propietario

Artículo 80.- Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual (o el que se defina en el Pliego Particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

VARIOS

Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Artículo 76.- No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Arquitecto-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Arquitecto-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los

precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Arquitecto-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Unidades de obra defectuosas, pero aceptables

Artículo 77.- Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Arquitecto-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Seguro de las obras

Artículo 78.- El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Arquitecto-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el Art. 81, en base al Art. 19 de la L.O.E.

Conservación de la obra

Artículo 79.- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Arquitecto-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Arquitecto Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Uso por el contratista de edificio o bienes del propietario

Artículo 80.- Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción

Artículo 81.-

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según disposición adicional segunda de la L.O.,E.), teniendo como referente a las siguientes garantías:

a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.

b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.

c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

3.2 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.2.1 PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES

CONDICIONES GENERALES

Artículo 1.- Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Artículo 2.- Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 3.- Materiales no consignados en proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 4.- Condiciones generales de ejecución.

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES (Estructura de hormigón armado)

Artículo 5.- Materiales para hormigones y morteros.

5.1. Áridos.

5.1.1. Generalidades.

Generalidades. La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7.243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por "arena" o 'árido fino" el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm. de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por 'grava" o 'árido grueso" el que resulta detenido por dicho tamiz; y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

5.1.2. Limitación de tamaño.

Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE.

5.2. Agua para amasado.

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.), según NORMA UNE 7130:58.
- Sulfatos expresados en SO₄, menos de un gramo por litro (1 gr.A.) según ensayo de NORMA 7131:58.
- Ión cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr./l., según NORMA UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.). (UNE 7235).
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132:58.
- Demàs prescripciones de la EHE.

5.3. Aditivos.

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua que mezcla-dos durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire.

Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del tres y medio por ciento (3.5%) del peso del cemento.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.
- Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

5.4. Cemento.

Se entiende como tal, un aglomerante, hidráulico que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos R.C. 03. B.O.E. 16.01.04.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en el citado "Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos." Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

Artículo 6.- Acero.

6.1. Acero de alta adherencia en redondos para armaduras.

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el M.O.P.U.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg./cm²). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg./cm², cuya carga de rotura no será inferior a cinco mil doscientos cincuenta (5.250 kg./cm²) Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión deformación.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

Artículo 7.- Materiales auxiliares de hormigones.

7.1. Productos para curado de hormigones.

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporización.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete días al menos después de una aplicación.

7.2. Desencofrantes.

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de éstos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

Artículo 8.- Encofrados y cimbras.

8.1. Encofrados en muros.

Podrán ser de madera o metálicos pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a un centímetro respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de contrachapado fenólico.

8.2. Encofrado de pilares, vigas y arcos.

Al tratarse de una estructura vista, serán de contrachapado fenólico y cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de un centímetro de la longitud teórica. Igualmente deberá tener el encofrado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de cinco milímetros.

3.2.2 PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO. MANTENIMIENTO

Artículo 21.- Hormigones.

21.1. Dosificación de hormigones.

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

21.2. Fabricación de hormigones.

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE). REAL DECRETO 2661/1998, de 11-DIC, del Ministerio de Fomento.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento para el agua y el cemento, cinco por ciento para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento para el árido total. En la consistencia del hormigón admitirá una tolerancia de veinte milímetros medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, este se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un

periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

21.3. Mezcla en obra.

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

21.4. Transporte de hormigón.

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

21.5. Puesta en obra del hormigón.

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

21.6. Compactación del hormigón.

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm./seg., con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm., y será la adecuada

para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

21.7. Curado de hormigón.

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante tres días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

21.8. Juntas en el hormigonado.

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción ó dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

21.9. Terminación de los paramentos vistos.

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos (2) metros de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: seis milímetros (6 mm.).
- Superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm.).

21.10. Limitaciones de ejecución.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado..
- Colocación de armaduras

- Limpieza y humedecido de los encofrados

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m., salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm.. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0° C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la D.F.

- No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. se tratará la junta con resinas epoxi.

- No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia

- Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la D.F.

21.11. Medición y Abono.

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 23.- Encofrados.

23.1. Construcción y montaje.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que con la marcha prevista de hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm.

Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de 6 m. de luz libre se dispondrán con la contra flecha necesaria para que, una vez encofrado y cargado el elemento, este conserve una ligera cavidad en el intradós.

Los moldes ya usados, y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la plasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Planos de la estructura y de despiece de los encofrados

Confección de las diversas partes del encofrado:

- Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y , por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

- No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobretodo en ambientes agresivos.

- Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado

- El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tablonos/durmientes

- Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tablonos colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

- Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies

- El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible

- Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesores en m.	Tolerancia en mm.
Hasta 0.10	2
De 0.11 a 0.20	3
De 0.21 a 0.40	4
De 0.41 a 0.60	6
De 0.61 a 1.00	8
Más de 1.00	10

- Dimensiones horizontales o verticales entre ejes

Parciales	20
Totales	40

- Desplomes

En una planta	10
En total	30

23.2. Apeos y cimbras. Construcción y montaje.

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total pro-pio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm., ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

23.3. Desencofrado y descimbrado del hormigón.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas y otras cosas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura del resultado; las pruebas de resistencia, elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos; cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

Condiciones de desencofrado:

No se procederá al desencofrado hasta transcurridos un mínimo de 7 días para los soportes y tres días para los demás casos, siempre con la aprobación de la D.F.

Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones de la NTE-EH, y la EHE, con la previa aprobación de la D.F. Se procederá al aflojado de las cuñas, dejando el elemento separado unos tres cm. durante doce horas, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible

Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.

Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza

23.4. Medición y abono.

Los encofrados se medirán siempre por metros cuadrados de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

Artículo 24.- Armaduras.

24.1. Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras.

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con los artículos de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE). REAL DECRETO 2661/1998, de 11-DIC, del Ministerio de Fomento.

24.2. Medición y abono.

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kg. realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

CONTROL DE LA OBRA

Artículo 39.- Control del hormigón.

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la " INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE):

- Resistencias característica $F_{ck} = 250 \text{ kg./cm}^2$
- Consistencia plástica y acero B-400S.

El control de la obra será de el indicado en los planos de proyecto

3.2.3 ANEXOS PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

ANEXO 1. INSTRUCCIÓN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EHE

- 1) Características generales: Ver cuadro en planos de estructura.
- 2) Ensayos de control exigibles al hormigón: Ver cuadro en planos de estructura.
- 3) Ensayos de control exigibles al acero: Ver cuadro en planos de estructura.
- 4) Ensayos de control exigibles a los componentes del hormigón: Ver cuadro en planos de estructura.

Cemento:

ANTES DE COMENZAR EL HORMIGONADO O SI VARÍAN LAS CONDICIONES DE SUMINISTRO.

Se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-03.

DURANTE LA MARCHA DE LA OBRA

Cuando el cemento este en posesión de un Sello o Marca de conformidad oficialmente homologado no se realizarán ensayos.

Cuando el cemento carezca de Sello o Marca de conformidad se comprobará al menos una vez cada tres meses de obra; como mínimo tres veces durante la ejecución de la obra; y cuando lo indique el Director de Obra, se comprobará al menos; pérdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado. resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-03.

Agua de amasado

Antes de comenzar la obra si no se tiene antecedentes del agua que vaya a utilizarse, si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique el Director de Obra se realizarán los ensayos del Art. correspondiente de la Instrucción EHE.

Áridos

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos, si varían las condiciones de suministro o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a los ya sancionados por la práctica y siempre que lo indique el Director de Obra. se realizarán los ensayos de identificación mencionados en los Art. correspondientes a las condiciones fisicoquímicas, fisicomecánicas y granulométricas de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE).

4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

4.1 MEDICIONES

PÓRTICO MUSEO	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Alto (m)	Volumen (m ³)	Cantidad (ud)	Total (m ³)
Pilar exterior	0,180	0,720	0,130	5,870	0,761	52,000	39,559
Pilar interior	0,180	0,720	0,130	3,940	0,511	52,000	26,552
Viga museo	0,180	9,910	1,784	1,140	2,034	52,000	105,744
Losa e=0,18	1,020	9,980	10,180	0,180	1,832	52,000	95,281
Losa e=0,35	1,200	6,420	7,704	0,350	2,696	52,000	140,213
Losa acceso			37,000	0,350	12,950	1,000	12,950
Losa reflex	7,020	13,890	97,508	0,350	34,128	1,000	34,128
Goujon cret				Ud/pilar:	5,000	52,000	260,000

PÓRTICO DOBLE	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Alto (m)	Volumen (m ³)	Cantidad (ud)	Total (m ³)
Pilar exterior museo	0,180	0,720	0,130	5,870	0,761	25,000	19,019
Pilar interior museo	0,180	0,720	0,130	3,940	0,511	25,000	12,766
Viga museo	0,180	11,980	2,156	1,140	2,458	25,000	61,457
Losa e=0,18	1,020	11,980	12,220	0,180	2,200	25,000	54,988
Losa e=0,35	1,200	4,890	5,868	0,350	2,054	25,000	51,345
Pilar albergue	0,180	0,720	0,130	3,190	0,413	50,000	20,671
Viga porche albergue	0,180	4,100	0,738	1,730	1,277	25,000	31,919
Viga albergue	0,180	10,630	1,913	1,140	2,181	25,000	54,532
Losa e=0,18	2,220	14,800	32,856	0,180	5,914	25,000	147,852
Goujon cret				Ud/pilar:	5,000	50,000	250,000

PÓRTICO ALBERGUE	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Alto (m)	Volumen (m ³)	Cantidad (ud)	Total (m ³)
Pilar albergue	0,180	0,720	0,130	3,190	0,413	50,000	20,671
Viga porche albergue	0,180	4,100	0,738	1,730	1,277	25,000	31,919
Viga albergue	0,180	10,630	1,913	1,140	2,181	25,000	54,532
Losa e=0,18	2,220	14,800	32,856	0,180	5,914	25,000	147,852
Losa intersección			85,760	0,350	30,016	1,000	30,016
Goujon cret				Ud/pilar:	5,000	25,000	125,000

MUROS DE CONTENCIÓN	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Alto (m)	Volumen (m ³)	Cantidad (ud)	Total (m ³)
Muro museo	0,400	161,990	64,796	5,630	364,801	1,000	364,801
Muro albergue	0,400	154,930	61,972	4,650	288,170	1,000	288,170

CIMENTACIONES	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m ²)	Alto (m)	Volumen (m ³)	Cantidad (ud)	Total (m ³)
Zapata muro museo	0,400	161,990	64,796	5,630	364,801	1,000	364,801
Zapata corrida bajo pilares museo	2,220	200,590	445,310	1,050	467,575	1,000	467,575
Zapata muro albergue	0,400	154,930	61,972	5,630	348,902	1,000	348,902
Zapata aislada bajo pilares albergue	1,280	2,220	2,842	1,050	2,984	58,000	173,053

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Centro de interpretación y albergue

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 CIMENTACIONES									
03.01	m ³ HORM. ARM. HA-25 45 kg/m ³ MUROS a 2 caras e= 40 cm								
	m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en central en rellenos de muros, incluso armadura B-500 S (45 kg/m ³), equivalente a cuadrícula de 20x20 cm de redondo D=12 mm), encofrado y desencofrado con paneles metálicos a dos caras, i/ aplicación de desencofrante, vertido con la grúa de la obra y vibrado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.								
	Presupuestos anteriores					652,97			
							652,97	238,21	155.543,98
03.02	m ³ HORMIGÓN HA-30/B/40/ IIa CIM. B. ENCOF.								
	m ³ . Hormigón armado HA-30/B/40/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 40 mm, consistencia blanda, elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-500 S (40 kg/m ³), encofrado y desencofrado, vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.								
	Presupuestos anteriores					1.357,33			
							1.357,33	180,19	244.577,29
	TOTAL CAPÍTULO 03 CIMENTACIONES								400.121,27

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Centro de interpretación y albergue

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 ESTRUCTURA									
05.01	m ³ HA-25/P/20/IIa ENCOF. MADERA PILAR								
	m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra, en pilares de 30x30 cm, i/p.p. de armadura con acero B-500S en cuantía (120 kg/m ³) y encofrado de madera, desencofrado, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado según EHE-08.								
	Presupuestos anteriores						139,24		
								139,24	478,92
									66.684,82
05.02	m ³ HA-25/P/20/IIa ENCOF. MADERA VISTA JÁCENA								
	m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra, en jácenas, i/p.p. de armadura con acero B-500S en cuantía (150 kg/m ³) y encofrado de madera vista, desencofrado, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado según EHE-08.								
	Presupuestos anteriores						340,10		
								340,10	677,97
									230.577,60
05.03	m ³ HA-25/P/20/IIa ENCOF. MADERA LOSAS								
	m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra, en losas, i/p.p. de armadura con acero B-500S en cuantía (85 kg/m ³) y encofrado de madera, desencofrado, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado según EHE-08.								
	Presupuestos anteriores						714,63		
								714,63	317,47
									226.873,59
05.04	ud Sistema de unión viga-pilar Goujon Cret								
	ud. Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 30x20x1,5 cm con cuatro garro- tas de acero corrugado de 12 mm de diámetro y 25 cm de longitud total, soldadas, taladro central, co- locada sobre dado de hormigón HM-20/P/20/ I N/mm ² , realizado en apoyos aislados, según CTE/ DB-SE-A.								
	Presupuestos anteriores						635,00		
								635,00	98,22
									62.369,70
	TOTAL CAPÍTULO 05 ESTRUCTURA.....								586.505,71

4.2 CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Centro de interpretación y albergue

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 03 CIMENTACIONES					
D04IX645	m ³	HORM. ARM. HA-25 45 kg/m³ MUROS a 2 caras e= 40 cm m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ Ila N/mm ² con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en central en rellenos de muros, incluso armadura B-500 S (45 kg/m ³), equivalente a cuadrícula de 20x20 cm de redondo D=12 mm), encofrado y desencofrado con paneles metálicos a dos caras, // aplicación de desencofrante, vertido con la grúa de la obra y vibrado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.			
U01AA011	1,600 h	Ayudante estructurista	14,66	23,46	
A02FA723	1,000 m ³	HORMIGÓN HA-25/P/20/ Ila CENTRAL	72,84	72,84	
D04AA201	45,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500-S	1,16	52,20	
D04CX701	2,500 m ²	ENCOFRADO METÁLICO EN MUROS 2 C	29,65	74,13	
%CI	7,000 %	Costes indirectos..(s/total)	222,60	15,58	
TOTAL PARTIDA					238,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

D04IA557	m ³	HORMIGÓN HA-30/B/40/ Ila CIM. B. ENCOF. m ³ . Hormigón armado HA-30/B/40/ Ila N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 40 mm, consistencia blanda, elaborado en central en relleno de zapatas, zanjás de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-500 S (40 kg/m ³), encofrado y desencofrado, vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.			
U01AA011	0,500 h	Ayudante estructurista	14,66	7,33	
U04MX001	1,000 m ³	Bombeado hormigón 56 a 75 m ³	11,50	11,50	
U04MX100	0,005 ud	Desplazamiento y montado camión bomba	110,00	0,55	
A02FA935	1,000 m ³	HORMIGÓN HA-30/B/40/ Ila CENTRAL	78,70	78,70	
D04AA201	40,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500-S	1,16	46,40	
D04CA001	2,000 m ²	ENCOFRADO MADERA ZAPATAS Y VIGAS	11,96	23,92	
%CI	7,000 %	Costes indirectos..(s/total)	168,40	11,79	
TOTAL PARTIDA					180,19

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Centro de interpretación y albergue

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 05 ESTRUCTURA					
D05AK202	m ³	HA-25/P/20/IIa ENCOF. MADERA PILAR m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra, en pilares de 30x30 cm, i/p.p. de armadura con acero B-500S en cuantía (120 kg/m ³) y encofrado de madera, desencofrado, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado según EHE-08.			
D05AK101	1,000 m ³	HA-25/P/20/IIa PILAR	90,44	90,44	
D04AA201	120,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500-S	1,16	139,20	
D05AC001	13,330 m ²	ENCOF. MADERA EN PILARES 8 POSTURAS	16,35	217,95	
%CI	7,000 %	Costes indirectos..(s/total)	447,60	31,33	
TOTAL PARTIDA					478,92

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

D05AK211	m ³	HA-25/P/20/IIa ENCOF. MADERA VISTA JÁCENA m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra, en jácenas, i/p.p. de armadura con acero B-500S en cuantía (150 kg/m ³) y encofrado de madera vista, desencofrado, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado según EHE-08.			
D05AK105	1,000 m ³	HA-25/P/20/IIa VIGAS	91,72	91,72	
D04AA201	150,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500-S	1,16	174,00	
D05AC021	9,170 m ²	ENCOF. VISTO MADERA EN JÁCENAS	40,12	367,90	
%CI	7,000 %	Costes indirectos..(s/total)	633,60	44,35	
TOTAL PARTIDA					677,97

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D05AK220	m ³	HA-25/P/20/IIa ENCOF. MADERA LOSAS m ³ . Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 20 mm, elaborado en obra, en losas, i/p.p. de armadura con acero B-500S en cuantía (85 kg/m ³) y encofrado de madera, desencofrado, vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado según EHE-08.			
D05AK115	1,000 m ³	HA-25/P/20/IIa LOSA PLANA	102,15	102,15	
D04AA201	85,000 kg	ACERO CORRUGADO B 500-S	1,16	98,60	
D05AC030	5,000 m ²	ENCOF. MADERA LOSAS 8 POSTURAS	19,19	95,95	
%CI	7,000 %	Costes indirectos..(s/total)	296,70	20,77	
TOTAL PARTIDA					317,47

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS DIECISIETE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D05AG021	ud	Sistema de unión viga-pilar Goujon Cret ud. Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 30x20x1,5 cm con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm de diámetro y 25 cm de longitud total, soldadas, taladro central, colocada sobre dado de hormigón HM-20/P/20/ I N/mm ² , realizado en apoyos aislados, según CTE/ DB-SE-A.			
U01AA007	0,250 h	Oficial primera	16,78	4,20	
U01AA011	0,350 h	Ayudante estructurista	14,66	5,13	
U06QW008	1,000 kg	Goujon Cret	82,46	82,46	
%CI	7,000 %	Costes indirectos..(s/total)	91,80	6,43	
TOTAL PARTIDA					98,22

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

4.3 RESUMEN DE PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Centro de interpretación y albergue

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	DEMOLICIONES.....	42.844,96	1,64
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	87.518,67	3,35
3	CIMENTACIONES.....	400.121,27	15,32
4	RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO.....	1.828,75	0,07
5	ESTRUCTURA.....	586.505,71	22,45
6	CUBIERTAS.....	187.054,83	7,16
7	PARTICIONES INTERIORES.....	93.527,41	3,58
8	SOLADOS Y ALICATADOS.....	203.252,31	7,78
9	INSTALACIONES.....	429.755,85	16,45
10	CARPINTERÍA.....	459.799,58	17,60
11	PREVENCIÓN DE INCENDIOS.....	2.612,50	0,10
12	CONTROL DE CALIDAD.....	26.124,98	1,00
13	SEGURIDAD Y SALUD.....	52.249,95	2,00
14	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	39.187,46	1,50
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		2.612.384,23	
	13,00% Gastos generales.....	339.609,95	
	6,00% Beneficio industrial.....	156.743,05	
SUMA DE G.G. y B.I.		496.353,00	
	21,00% I.V.A.....	652.834,82	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		3.761.572,05	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		3.761.572,05	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS SESENTA Y UN MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS

, a 13 de Junio del 2016.

El promotor

La dirección facultativa